Beiträge

zur

botanischen und pharmacognostischen Kenntnis

von

Hyoscyamus niger L.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doctorwürde

bei der

hohen philosophischen Facultät der Universität Marburg

eingereicht von

Johannes Siim-Jensen

aus Kopenhagen.

MARBURG 1900.

Beiträge

zur

botanischen und pharmacognostischen Kenntnis

von

Hyoscyamus niger L.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

Erlangung der Doctorwürde

bei der

hohen philosophischen Facultät der Universität Marburg

eingereicht von

Johannes Siim-Jensen
aus Kopenhagen

MARBURG 1900.

Von der Facultät als Dissertation angenommen am 22. Juli 1900.

Die Arbeit ist mit Tafeln in der
»Bibliotheca botanica« als Heft 51 erschienen.

Druck der Oehler'schen Buchdruckerei, Heilbronn.

I. Einleitung.

Die vorliegenden Untersuchungen sind im botanischen Institut der Universität Marburg unter Leitung des Herrn Professor Arthur Meyer ausgeführt worden. Die Arbeit sollte in erster Linie ein Beitrag zur Kenntnis eines der in Deutschland und Skandinavien verbreitetsten Gewächse sein. Es fehlen uns nach der Ansicht des Herrn Professor Meyer Monographieen unserer wichtigsten einheimischen Gewächse, wie sie als Grundlage für eine wissenschaftliche „Flora" der einheimischen Pflanzenwelt dienen sollten. Ich habe in dieser Arbeit versucht, hauptsächlich den morphologischen und anatomischen Teil einer solchen Monographie von Hyoscyamus niger L. zu geben. Da ich bei der Bearbeitung der Aufgabe zugleich pharmacognostische Zwecke verfolgte, so habe ich weiter besonderen Wert auf die Untersuchung der Verteilung der Alkaloide gelegt und ferner zur Vergleichung immer wesentlich nur die medizinisch verwendeten anderen Solanaceen herbeigezogen. Die Menge der Alkaloide während der verschiedenen Entwicklungsphasen der Pflanze gedenke ich ausserdem noch chemisch-quantitativ zu bestimmen, mit Benutzung der neuesten im Marburger chemisch-pharmaceutischen Laboratorium ausgearbeiteten Methoden.

Als Untersuchungsmaterial verwendete ich teils einjährige Hyoscyamuspflanzen aus dem Marburger botanischen Garten, teils zweijährige wildwachsende Pflanzen, die in unmittelbarer Nähe des Frauenbergs bei Marburg auf Basaltboden in besonders kräftigen Exemplaren zu finden waren. Diese beiden Formen (☉ u. ☉☉) scheinen mir nach dem, was ich gelegentlich habe beobachten können, konstante Varietäten und nicht etwa nur Ernährungsmodifikationen zu sein, indem z. B. Keimpflänzchen der zweijährigen Varietät, die aus dem Freien in den botanischen Garten verpflanzt und hier weiter kultiviert wurden, sich auch ferner als zweijährige Pflanzen entwickelten. Ebenso erzeugten Samen von wildwachsenden Exemplaren derselben Varietät, die im Garten ausgesät wurden, zweijährige Pflanzen.

Im botanischen Garten fanden sich unter den einjährigen Hyoscyamus-Pflanzen hauptsächlich solche, die alle Merkmale des normalen Hyoscyamus niger L. an sich trugen, und solche Pflanzen allein habe ich meiner Beschreibung zu Grunde gelegt. Es kamen ferner auf den Beeten von Hyoscyamus auch einzelne Exemplare vor, die blassgelbe ungeaderte Blumenkronen besassen, also dem Hyoscyamus pallidus Waldst. et Kit. entsprachen. Diese Pflanze, sowie Hyoscyamus agrestis Kit. sind wahrscheinlich, wie auch Meyer und Schumann (1893 Pg. 99) annehmen, nur unbeständige Spielarten von Hyoscyamus niger L. Die Frage würde sich natürlich nur entscheiden lassen, wenn man wildgewachsene Pflanzen in Gartenkultur nähme und deren Variabilität genau untersuchte.

Bei den anatomischen Beschreibungen habe ich mich in der Bezeichnungsweise der Zellen, Gewebe etc. an diejenige angeschlossen, die Prof. Arthur Meyer in seinem Buche: „Das erste mikroskopische Praktikum" (1898) benutzt hat. Bezüglich der morphologischen Ausdrücke bin ich wesentlich der „Drogenkunde" (1892) desselben Autors gefolgt.

Ueberblicken wir zuerst kurz die Morphologie der Hyoscyamus-Pflanze, so ist darüber folgendes zu sagen:

Die Samen des ein- und zweijährigen Hyoscyamus niger keimen leicht im Frühjahr und erzeugen Pflanzen, deren Keimwurzel erhalten bleibt und kräftig heranwächst; es bildet sich durch Verzweigung ein Wurzelsystem aus, an welchem jedoch nur einige der Hauptwurzelzweige erster Ordnung ausser der Hauptwurzel selbst stärker hervortreten. Nebenwurzeln gelangen nicht zur Ausbildung. An der Hauptachse des Keimpflänzchens entsteht bei der zweijährigen Pflanze im ersten Jahre eine Rosette gestielter Laubblätter, aus deren Achseln keine Verzweigung stattfindet (Fig. 1); die Rosette geht im Herbst des ersten Jahres zu Grunde. Erst im zweiten Jahre streckt sich die Hauptachse und erzeugt kräftige Zweige (Fig. 2). Bei der einjährigen Pflanze dagegen (Fig. 3) findet die Streckung der Hauptachse gleich statt, sodass eine Blattrosette nicht gebildet wird; die Hauptachse sowie deren Zweige beblättern sich reichlich mit grösstenteils sitzenden Laubblättern. Bei beiden Varietäten erstreckt sich im Allgemeinen die Verzweigung der Hauptachse nur bis zu Zweigen zweiter Ordnung, abgesehen von den aus ganz kurzen successiven Zweigen aufgebauten Inflorescenzen. Die absolute Hauptachse sowie die meisten ihrer Zweige schliessen mit einer Blüte und es entstehen ferner charakteristische Blütenwickel.

Wir gehen im Folgenden zur Beschreibung der einzelnen Teile des Wurzel- und Sprosssystems über.

II. Morphologie und Anatomie der Wurzel.

Wie fast immer bei der Keimung tritt auch hier bei dem Samen von Hyoscyamus die Keimwurzel zuerst aus der Samenschale heraus. Demnächst folgen das hypocotyle Glied, welches sich stark streckt und gleichzeitig bogenförmig aufwärts krümmt, und zuletzt die Kotyledonen. Der Uebergang zwischen Keimwurzel und dem hypocotylen Glied, das Collum, ist nicht, wie oft, durch Verdickung ausgezeichnet. Der ganze Keimungsvorgang entspricht also dem Typus I bei Klebs (1885, Pg. 539), welcher als Hauptkeimungstypus der dicotylen Pflanzen zu betrachten ist. Sind die Keimwurzel und das hypocotyle Glied kaum zum Vorschein gelangt, und hat erstere kaum eine Länge von ca. 3 mm erreicht, so treten Wurzelhaare reichlich auf dem Collum auf. Noch bevor die Kotyledonen aus der Samenschale ausgetreten sind, ist die ganze Keimwurzel mit Wurzelhaaren versehen, die sich vom Collum aus nach der Spitze zu entwickelt haben. Wenn die vorläufig nur die beiden Kotyledonen tragende Keimpflanze ihre volle Entwicklung erreicht hat, besitzt die Keimwurzel eine Länge von ca. 1,5—2 cm. Die Farbe der Keimwurzel ist gelblich-weiss, die Form cylindrisch und sich gegen die Spitze zu allmählig verjüngend. An der Keimwurzel der völlig entwickelten Keimpflanze fangen ganz vereinzelt Wurzelzweige erster Ordnung an sich zu bilden. Diese Zweige nehmen jetzt mehr und mehr an Länge zu, und, wenn das zweite Laubblatt vorhanden ist, haben sich schon Zweige zweiter Ordnung entwickelt. Wenn die junge Pflanze 6—7 Laubblätter trägt, treten Wurzelzweige dritter Ordnung auf. Die Verzweigung scheint überhaupt nicht weiter fort zu schreiten; ich habe wenigstens auch bei den ältesten und kräftigsten Exemplaren keine weitere Verzweigung gefunden. Die Wurzelzweige sind diplostichisch, sie stehen in 4 Längsreihen, welches nach den Beobachtungen van Tieghems (1887, Pg. 133) immer der Fall ist, wo wir es mit diarchen Wurzeln zu thun haben. Wie wir später sehen werden, ist die Wurzel von Hyoscyamus niger gerade diarch und die 4 Orthostichen entstehen nun dadurch, dass die Wurzelzweige in den Zwischenräumen (Fig. 4. p.) zwischen Holz- und Siebteilen entspringen.

Die Keimwurzel wächst nun mehr und mehr in die Länge und in die Dicke und übertrifft meist an Dicke, nicht aber immer an Länge ihre Zweige. Sie bildet sich zur positiv geotropischen Pfalwurzel aus.

Die von mir untersuchten Wurzeln von zweijährigen Pflanzen erreichten im ersten Jahre eine Maximallänge von 27 cm und einen Maximaldurchmesser von 12 mm; im zweiten Jahre fand ich als grösste Länge 50 cm und als grösste Dicke 2,5—3 cm, am obersten Ende gemessen. Die Hauptwurzel sowie die Wurzelzweige erster Ordnung sind runzlig und werden mit dem Alter oft schwammig; die Farbe ist im ersten Jahre weissgelb, im zweiten Jahre mehr bräunlich. Die Querschnittfläche der Wurzel zeigt im ersten Jahre deutlich strahligen Bau, ist von weisslicher Farbe, jedoch mit einem gelblichen Anfluge des relativ sehr unansehnlichen Holzes; in der breiten sekundären Rinde sehen wir oft kleine Löcher auftreten; zu äusserst bemerken wir eine schmale bräunliche Korkschicht. Im zweiten Jahre zeigt der jetzt dominierende Holzkörper eine stark strahlige Struktur und eine intensivere Gelbfärbung; ist die Wurzel eingetrocknet, so tritt die Gelbfärbung besonders nach dem Befeuchten mit Wasser stark hervor. Im Holze lassen sich leicht zwei Zonen unterscheiden, eine zentrale, die Mitte der Wurzel ganz ausfüllende und eine äussere, von der erstgenannten durch eine hellere Schicht getrennte deutlich hervortretende ringförmige Zone, welche den Hauptteil des zweiten Jahreszuwachses bezeichnet. Der zentrale Teil des Holzes zerreisst aber sehr oft und erhält dadurch eine poröse, schwammige Struktur, ganz wie wir sie ja auch bei dickeren Wurzeln von Atropa Belladonna beobachten können. Die relativ schmale, weissgraue sekundäre Rinde ist ebenfalls sehr locker gebaut; zu äusserst finden wir auch hier eine schmale bräunliche Zone, den Kork.

Bei der einjährigen Varietät von Hyoscyamus niger fand ich als Maximallänge für die Hauptwurzel 12 cm, für die Wurzelzweige erster Ordnung 20 cm. Die Dicke betrug 1,5 cm bezw. 4 mm. Das Untersuchungsmaterial stammt jedoch in diesem Falle nicht von wildwachsenden sondern von im hiesigen botanischen Garten kultivierten Pflanzen, und sind die angegebenen Grössenverhältnisse deshalb wahrscheinlich nur sehr relativ als Maximalgrössen aufzufassen. Auf einem Querschnitte beobachten wir auch hier einen relativ dicken, strahlig gebauten, gelben Holzkörper. Nach aussen zu folgen eine weissgraue schmale Zone, die sekundäre Rinde, und eine dünne bräunliche Korkschicht. Der Holzkörper füllt die Mitte der Wurzel völlig aus und zerfällt meistens nicht, wie bei der zweijährigen Varietät.

Von den Wurzelzweigen erreichen nur einige erster Ordnung eine beträchtliche Dicke; 0,5 cm im ersten, 1 cm im zweiten Jahre fand ich als grösste Dickendurchmesser. Die Länge übersteigt oft sehr beträchtlich die der Hauptwurzel. Diese Wurzelzweige erster Ordnung sind schlank zugespitzt, aber, wie gesagt, wird die Hauptmenge nur sehr schwach entwickelt und diese Wurzeln können dann ebenso wie diejenigen zweiter und dritter Ordnung als Faserwurzeln bezeichnet werden.

A. Der primäre Bau der Wurzel.

Auf einem Querschnitte zeigt die Wurzel im Primärstadium (Fig. 4), welches an Pflänzchen, die nur ein oder zwei Laubblätter besitzen, noch zu finden ist, ein diarches Leitbündel, dessen Holzteil meistens aus etwa 7—8 Tracheen besteht, wovon die engsten spiralförmig, die grösseren schon netzförmig verdickt und mit einfachen spaltenförmigen Tüpfeln versehen sind. Oft liegen die spaltenförmigen Tüpfel in regelmässigen Reihen über einander, wodurch eine treppenförmige Verdickung zu stande kommt. Die zwei Tracheenstrahlen berühren einander in der Mitte der Wurzel. Auf beiden Seiten dieser Strahlen finden wir die Siebstränge, welche aus 7—10 Zellen bestehen und vom Holz durch Leitbündelparenchymzellen getrennt werden. Der Centralzylinder schliesst nach aussen zu mit einem einschichtigen Ring dünnwandiger, tangentialgestreckter Parenchymzellen, dem Pericambium, ab. Demnächst folgt die Endodermis, welche aus gleichzeitig tangential — und nach der Längsachse des Organs gestreckten Zellen besteht, deren Radialwände sehr deutliche Caspary'sche Punkte zeigen. Ausserhalb der Endodermis liegen zwei Reihen rundlicher, ganz wenig tangential —, dagegen sehr stark längsgestreckter Zellen, von welchen die innerste das Rindenparenchym repräsentiert und gegen die Endodermis zu grosse Intercellularen besitzt. Die äusserste Zelllage dagegen schliesst sowohl nach

aussen, an die Epidermis, wie auch an das Rindenparenchym lückenlos, also ohne Intercellularen, an. Ihre Wände verkorken später, wie wir sehen werden. Sie ist als Hypodermis (im Sinne Meyers [1892 I Pg. 86]) zu betrachten, um so mehr, da sie nach Untersuchungen von Flahault als selbständige Schicht schon am Wurzelvegetationspunkte vorhanden ist. Flahault, der die Embryonen von Hyoscyamus niger L. untersuchte, sagt (1878 Pg. 90) folgendes über die Initiale der primären Rinde: „L'écorce présente deux couches d'initiales: l'externe reste simple, ne se divise que radialement, et constitue l'assise sousépidermique; l'assise interne forme le reste de l'écorce en direction centripète." Die Epidermiszellen sind langgestreckt und ihre Aussenwände oft zu Wurzelhaaren ausgestülpt. Mit conc. Schwefelsäure bleiben die Wände erhalten und färben sich mit Chlorzinkjod und Jod-Jodkalium-Schwefelsäure gelb; dagegen geben sie mit Phloroglucin und Salzsäure keine Färbung. Conc. Chromsäurelösung (1 + 1) gegenüber sind die Epidermiszellen nicht resistent; sie gehen nach etwa 10 Minuten in Lösung. Das Rindenparenchym und die Hypodermis werden von Chlorzinkjod erst nach einiger Zeit violett gefärbt und mit Jod-Jodkalium und Schwefelsäure tritt eine wenig intensive Blaufärbung auf; mit conc. Schwefelsäure gehen die Zellen in Lösung. Sie zeigen also nur eine schwache Cellulosereaktion, welche jedoch mit der Zeit intensiver wird. Die Radialwände der Endodermis geben die gleiche Reaktion wie die Epidermiszellen; die übrigen Wände geben Cellulosereaktion mit Jod-Jodkalium und Schwefelsäure und conc. Schwefelsäure allein, ebenso die Zellen des Pericambiums und diejenigen des Leitbündelparenchyms. Chlorzinkjod hat jedoch auch hier erst nach einiger Zeit eine Violettfärbung zur Folge. Die Tracheen sind sehr früh und sehr stark verholzt.

Betrachten wir jetzt ein weiteres Entwicklungsstadium der Wurzel, nämlich ein solches, wo ein Cambium zwischen Holz- und Siebsträngen sich schon gebildet und mit der Erzeugung von sekundärer Rinde und sekundärem Holz angefangen hat, ohne dass jedoch vom Pericambium schon Kork gebildet worden ist, so sehen wir, dass nach und nach in dem Masse wie neue Gewebe aus den Cambiumzellen hervorgehen, zuerst die Epidermis, demnächst aber auch weitere Teile der primären Rinde abgeworfen werden. Gleichzeitig erfolgt indessen zunächst eine Verkorkung der Hypodermis; letztere wird resistent gegen Chromsäure, färbt sich gelb mit Kalilauge und lässt beim Erhitzen mit letztgenanntem Reagens die von Höhnel (1878 Pg. 523) als Kriterium für verkorkte Membranen angegebenen Seifenballen erkennen. Dann wird auch das primäre Rindenparenchym in eigenartiger Weise metamorphosiert, wodurch die Wände offenbar widerstandsfähiger gemacht werden; sie zeigen nicht mehr Cellulosereaktion mit Jodreagentien, werden durch Erhitzen mit Kalilauge hyalin und sind gegen Schwefelsäure resistent. Schliesslich verkorken die Endodermiszellen, wie wir noch sehen werden. Trotzdem also die primäre Rinde allmählig zu Grunde geht, sind die inneren Partien der jungen Wurzel immer von Zellen umgeben, welche schützende Eigenschaften besitzen. Das Pericambium fängt bald an sich durch perikline Wände zu teilen und in dieser Weise Kork zu bilden. Von der primären Rinde finden wir in diesem Stadium immer noch die Endodermis, zuweilen auch ausser ihr noch eine Zellreihe. Die Endodermis hat sich durch radiale Wände geteilt, um der Erweiterung, welche das Wachstum der zentralen Teile verursacht hat, folgen zu können. Die Wände der Endodermiszellen, die immer ziemlich zart bleiben, verkorken allmählig ringsherum; es lässt sich dann eine innere, dünne, sich mit Jod-Jodkalium und Schwefelsäure bläuende Lamelle nachweisen. Die Korkbildung schreitet fort und veranlasst zuletzt auch eine Sprengung und Abwerfung der Endodermis. Durch die Thätigkeit des Cambiums ist nun nach und nach eine sekundäre Rinde und ein sekundäres Holz entstanden.

B. Sekundärer Bau der Hauptwurzel der zweijährigen Pflanze.

I. Das Periderm.

Die fertig entwickelte Wurzel zeigt zu äusserst eine meist aus 4—5 Zellreihen bestehende Korkschicht (k Fig. 5), welche nach aussen zu etwas zerrissen erscheint, weil der Kork hier ab und zu

abgestossen wird. Die Zellen sind im Querschnitt viereckig, meistens etwas tangential gestreckt und im radialen Längsschnitt fast quadratisch, bis zu solchen, die in tangentialer Richtung ungefähr doppelt so grosse Dimensionen besitzen wie in radialer, d. h. doppelt so hoch als breit sind. Die Wände sind, wie gewöhnlich bei Korkzellen, aus einer verholzten Mittellamelle (rot mit Phloroglucin + H Cl, gelb mit Anilin. hydrochlor), einer verkorkten Schicht und einer um das Zelllumen herum laufenden, sich mit Jod-Jodkalium und Schwefelsäure bläuenden Schicht aufgebaut. Nach innen zu bildet die Phellogenzelle ein meistens nur aus einer, zuweilen aber auch aus zwei Reihen bestehendes Phelloderm (Fig. 5 ph.), dessen Zellen rundlich sind und sowohl nach aussen als auch nach innen zu grosse Intercellularen aufweisen.

2. Die sekundäre Rinde.

Innerhalb des Periderms folgt die sekundäre Rinde, deren äusserster Teil vollständig obliteriert oder zerrissen erscheint, woher das schwammige Aussehen rührt, welches wir schon bei der Besprechung der Morphologie der Wurzel erwähnt haben. Dieses obliterierte Gewebe umfasst den grössten Teil der im ersten Jahre gebildeten, sehr breiten sekundären Rinde. Das Parenchym dieser Rinde ist teilweise etwas anders gebaut als dasjenige des zweiten Jahres, welches von den durch das starke Wachstum der Wurzel bedingten Teilungen und der Dehnung der peripheren Parenchym-Zellschichten herrührt. Es sind auch deshalb in diesen äusseren Regionen keine oder fast keine Siebstränge aufzufinden. Die äussersten Zellreihen bestehen aus ziemlich grossen, dünnwandigen, abgerundeten, im Querschnitt tangential gestreckten Zellen; demnächst folgen einige Reihen von abgerundeten, im Querschnitt fast isodiametrischen, im Längsschnitt aber doppelt so langen als breiten Zellen. Zwischen all' den hier genannten Zellen finden sich sehr grosse Intercellularräume. Der übrige Teil des Parenchyms der Rindenstränge besitzt denselben Bau wie dasjenige des zweiten Jahres. Er wird aus prismatischen Zellen gebildet, welche entweder isodiametrisch oder 3—4 mal so lang als breit und mit Intercellularen versehen sind. Dieser Teil der sekundären Rinde sowie der zweitjährige Teil ist sehr regelmässig strahlig gebaut (Fig. 6). Das ganze Parenchym besitzt einfache rundliche Tüpfel. Ueberall in diesem Gewebe sind Siebröhren mit Geleitzellen zerstreut. Sie sind in ihrem Bau mit denjenigen der Achse übereinstimmend, weshalb ich hier nur auf die dort gegebene Beschreibung verweise. In der sekundären Rinde beobachten wir auch hier und da Sklerenchymfasern (sk. Fig. 6). Sie treten nur in geringer Menge und unordentlich zerstreut auf. Sie bilden auch in der Längsrichtung keine längeren Stränge. Oft steht eine einzige Faser isoliert, oft auch bis 5 über einander. Die Sklerenchymfasern habe ich nur in der Rinde des zweiten Jahres beobachtet. Sie bestehen meist aus ziemlich kurzen, relativ breiten, grossgetüpfelten Formen (Fig. 7). Die Länge der gefundenen Elemente variierte von 72—218 μ, die Breite von 23 bis 39 μ. Es mag erwähnt werden, dass Radix Belladonnae in der Rinde keine sklerotischen Elemente aufzuweisen hat (Moeller 1889, Pg. 307).

Die Inhaltstoffe der sekundären Rinde sind Stärke und oxalsaurer Kalk. Wie bei Atropa Belladonna haben wir es auch hier mit Komplexen adelphischer Stärkekörner (siehe Arthur Meyer 1895, S. 202) zu thun (Fig. 8), welche eine linsenförmige bis mehr oder weniger kugelige Gestalt besitzen. Die Einzelkörner zeigen keine deutliche Schichtung und keinen deutlichen Kern, trennen sich sehr leicht von einander und haben eine Grösse von 1,5—8 μ, die meisten jedoch von 3—4 μ. Die Grösse des Komplexes variiert von 4,5—16,5 μ. Die Stärke findet man überall im Rindenparenchym und zwar am reichlichsten im ersten Jahre.

Der oxalsaure Kalk ist in Form von grobem Krystallsand vorhanden. Die krystallführenden Zellen liegen hier und da in der sekundären Rinde und unterscheiden sich weder in Form noch in Grösse von den übrigen Rindenstrangsparenchymzellen. Sie sind oft vollständig von den Krystallen ausgefüllt. Der Krystallsand der Solanaceen ist besonders von Archangeli (1891, Pg. 367) untersucht worden und zwar bei folgenden Arten: Solanum auriculatum, S. robustum, S. jasminoides, S. diphyllum,

Cyphomandra betacea, Jochroma tubulosum, Inanulloa aurantiaca, Withania somnifera, Jaborosa integrifolia, Chnaestes gesnerioides, Solandra grandiflora, S. guttata, Lycium vulgare, Nicotiana glauca. Obiger Autor fand, dass die kleineren Krystalle 1—3 μ, die grösseren 10—40 μ gross waren; ferner, dass der Krystallsand aus tetraedrischen, dem monoclinischen System angehörigen Krystallen zusammengesetzt war. Diese Resultate wurden durch spätere Untersuchungen vollständig bestätigt (Archangeli 1891, Pg. 489). Einige Krystalle findet man in Fig. 9 dargestellt. Es sind diejenigen Formen, welche wir ebenfalls am häufigsten in der Hyoscyamuswurzel beobachten. Die grössten Krystalle, welche ich daselbst gefunden habe, waren 7 μ, die kleinsten 1,3 μ gross; die Hauptmenge der Krystalle hatte jedoch eine Grösse von 2,5—5 μ.

3. Das Kambium.

Das Kambium der Wurzel ist je nach dem Alter von verschiedener Breite. Im August des ersten Jahres finden wir gewöhnlich 6—8 Reihen von Meristemzellen, zur selben Zeit im zweiten Jahre dagegen meistens nur 2—3 Reihen. Die Kambiumzellen stellen etwa rechteckige Prismen dar (Fig. 10), von deren radialen Wänden entweder nur die eine oder beide nach der Spitze zu eine gewisse Neigung zeigen. Quergeschnitten haben sie ihre grösste Ausdehnung in tangentialer Richtung. Die Breite betrug etwa 5—17 μ und die Höhe 100—236 μ.

4. Das Holz.

Das Holz gliedert sich in einen äusseren, aus dickwandigen Elementen bestehenden, fest geschlossenen Holzring, eine mittlere, hauptsächlich aus dünnwandigen Zellen bestehende Partie und einen zentralen, zum grössten Teil dickwandigen Holzkörper. Der äussere Holzring samt einem kleinen Teil des auf seiner Innenseite liegenden Parenchyms bezeichnet den Zuwachs des zweiten Jahres; das übrige rührt vom ersten Jahre her, und mit diesem Teil der Holzstränge wollen wir uns, um ein klareres Bild der Entwicklung des Holzes zu gewinnen, zuerst beschäftigen. Er besteht aus Tracheen, Sklerenchymfasern, Ersatzfasern, Fasertracheïden und Holzparenchym. Die Tracheen, welche hier nur in Form von Gefässen ausgebildet sind, sind grösstenteils netzförmig verdickt und mit unbehöften, entweder spaltenförmigen, oder mehr oder weniger rundlichen Tüpfeln versehen (Fig. 11 a, b, c, d). Die spaltenförmigen Tüpfel können in höherem oder geringerem Grade längsgestreckt sein und sind wie die Tüpfel überhaupt entweder auf der ganzen Wandfläche unordentlich verteilt, oder sie stehen in regelmässigen Längsreihen. Im letzteren Falle entstehen die Treppengefässe (Fig. 11 d.). Ferner finden wir Hoftüpfelgefässe (Fig. 12 a) und Uebergangsformen zwischen diesen und den netzförmig verdickten (Fig. 12 c.), bei welchen einige von den spaltenförmigen einfachen Tüpfeln jetzt behöft sind, andere dagegen Uebergangsformen zu solchen Tüpfeln zeigen. Die Maximalweite der Gefässe betrug 73 μ, die meisten jedoch erreichten nur eine Weite von 44—55 μ. Die Länge der einzelnen Gefässglieder variierte von 90—345 μ.

Thyllenbildung habe ich hier, wie überhaupt bei Hyoscyamus niger, nicht beobachtet.

Die Sklerenchymfasern sind entweder von ganz typischer Form, mit kegelförmig zugespitzten Enden und spaltenförmigen, nach einer Linksschraube gestellten Tüpfeln (Fig. 13 a, b), oder sie sind mehr unregelmässig mit z. B. meisselförmigen oder auch gespaltenen Endflächen (Fig. 13 c, d). Die Ersatzfasern (Fig. 14) besitzen ungefähr dieselben Formen wie die Sklerenchymfasern; oft finden wir aber auch solche, die gerade abgeschnittene Endflächen haben (c). Sie sind alle mit ziemlich grossen elliptischen bis rundlichen, unbehöften Tüpfeln versehen, welche dabei oft in sehr grosser Anzahl auf der ganzen Wandfläche verteilt sind, so dass die Faser fast netzförmig verdickt erscheint (e). Die Fasertracheïden haben etwa die Form, wie man sie in Fig. 15 sieht. Sie besitzen Hoftüpfel mit einem rundlichen Hof und eine spaltenförmige dem Lumen zugewendete Oeffnung. Diese Spalten stehen in einer Linksschraube. Die Länge der Sklerenchymfasern, Ersatzfasern und Fasertracheïden variierte

von 200—690 μ, die Breite von 14—40 μ. Die Wanddicke war überall ziemlich gering, etwa 3—4 μ. Der Vergleich dieser Grössenverhältnisse mit denen des Kambiums lehrt, dass die eben besprochenen Elemente wahrscheinlich aus einer Kambiumzelle hervorgehen. Sowohl die Sklerenchymfasern wie auch die Ersatzfasern und die Fasertracheïden färben sich mit Phloroglucin und Salzsäure rot, mit Anil. hydrochlor. gelb. Fügt man dagegen Chlorzinkjod oder Jod-Jodkalium und Schwefelsäure hinzu, so sieht man, dass eine ganz dünne, an das Lumen grenzende Lamelle sich violett bezw. blau färbt. Die übrigen Wandteile werden mit erstgenanntem Reagens gelb, wogegen das zweite eine grünblaue Färbung hervorruft, ausser bei den Mittellamellen, welche sich tief braun färben und sich gegen die conc. Schwefelsäure sehr widerstandsfähig zeigen. Das Holzparenchym (Fig. 16) wird aus dünnwandigen, mit graden oder spitzzulaufenden Enden versehenen Zellen gebildet, welche 100—236 μ lang und 18—35 μ breit sind; sie können entweder ganz dünnwandig, ungetüpfelt bleiben, oder es können sich kleine, rundliche Tüpfel ausbilden. Mit Chlorzinkjod und Jod-Jodkalium + Schwefelsäure färben sie sich violett bezw. blau. Die Zellen enthalten Oxalat und Stärke von derselben Art wie wir sie in den Zellen des Rindenstrangparenchyms fanden. Das Holz des zweiten Jahres (Fig. 17) ist radiär strahlig gebaut und stark gelb gefärbt. Die hier auftretenden Elemente sind ganz dieselben wie im ersten Jahre: Holzparenchym, Gefässe, Sklerenchymfasern, Ersatzfasern und Fasertracheïden, wovon wiederum die Sklerenchymfasern am reichlichsten vertreten sind. Die Form und sonstige Ausstattung ist ebenfalls dieselbe, weshalb ich nur auf die für das erstjährige Holz gegebenen Figuren verweise. Auch die Reaktionen weichen in keiner Hinsicht ab, ebensowenig wie die Grössenverhältnisse, mit Ausnahme derjenigen der Gefässe, bei welchen die Maximalweite oft eine grössere ist; sie betrug in den von mir untersuchten Fällen 109 μ. Die meisten grösseren Gefässe erreichten jedoch nur einen Durchmesser von 72—90 μ. Dagegen war es von vornherein zu erwarten, dass die Menge der verschiedenen Elemente im Holze des ersten und zweiten Jahres unter sich variieren könne, und ebenfalls, dass die Lagerung dieser Elemente eine verschiedene sein könne. Wir wollen deshalb diese Verhältnisse etwas näher ins Auge fassen. Anfangs bildet das Kambium fast lauter netzförmig verdickte Gefässe (Fig. 11 a, b, c, d). Bald aber sieht man deutlich, dass ein Bestreben vorhanden ist, auch hofgetüpfelte Gefässe auszubilden, und es treten dann solche Zwischenformen zwischen hof- und einfach getüpfelten Gefässen auf, wie wir sie in Fig. 12 c sehen. Durch solche Uebergangsformen gelangen wir dann zu den typischen Hoftüpfelgefässen (Fig. 12 a), und je weiter wir im erstjährigen Holze nach aussen gehen, in um so grösserer Menge treten diese auf. In dem innersten Teil des Jahresringes sind die Hoftüpfelgefässe hauptsächlich von der in Fig. 12 b dargestellten Form, mit sehr stark quer zur Längsrichtung des Gefässes gestreckten Tüpfeln, aber neben diesen Gefässen finden wir doch noch reichliche Mengen von den verschiedenen netzförmig verdickten (Fig. 11) und ausserdem Uebergangsformen (Fig. 12 c). Weiter nach aussen zu verkleinern sich die Hoftüpfel allmählig, die Höfe runden sich ab, und wir haben es schliesslich fast nur mit typischen Hoftüpfelgefässen (Fig. 12 a) zu thun; die Ausbildung netzförmig verdickter dagegen tritt vollständig in den Hintergrund.

Im Holze des ersten Jahres sind von den faserförmigen Zellen die verschiedenen Ersatzfasern (Fig. 14) am zahlreichsten vertreten und von diesen wiederum besonders reichlich solche mit über der ganzen Wandfläche verteilten grossen Tüpfeln (e). Nebenbei, aber ohne irgend eine bestimmte Lagerung, findet man Fasertracheïden und die echten Sklerenchymfasern (Fig. 13 und 15). Diese letzteren sind in den verschiedenen Regionen des Jahresringes überall in Mehrzahl und zwar um so mehr, je weiter man nach aussen geht. Im Holze des zweiten Jahres findet man ebenfalls überall Fasertracheïden und Ersatzfasern, erstgenannte am häufigsten in den äusseren Teilen. Das Holzparenchym gehört zum grössten Teil dem Holze des ersten Jahres an; es ist jedoch nur sehr sparsam in der die Mitte der Wurzel ausfüllenden und die Hauptmenge der Tracheen und faserförmigen Zellen enthaltenden Partie desselben aufzufinden. Man findet es hier mit den genannten Elementen vermischt, hauptsächlich jedoch

in den äusseren Regionen. Ausserhalb des zentralen Teils und bis zu dem dem zweiten Jahre angehörenden äusseren Holzring finden wir weitaus die grösste Menge des Holzparenchyms. Genannte Partie enthält nämlich ausser Holzparenchym nur noch einige wenige radiär verlaufende Tracheenstrahlen und einige Markstrahlen. Der äusserste Teil des Holzparenchyms gehört zum Holze des zweiten Jahres.

Zuletzt möchte ich nur darauf aufmerksam machen, dass ich nirgendswo bei Hyoscyamus niger xylemständiges Phloëm beobachtet habe, welches man dagegen im Wurzelholze von Atropa Belladonna (Radlkofer 1884, Pg. 427) und in den parenchymatischen unverholzten Xylempartien des Wurzelholzes von Datura Stramonium (Weiss 1883 Pg. 410 und Beauvisage 1891 Pg. 161) findet.

5. Die Markstrahlen.

Die Anordnung der Markstrahlen geschieht in der Weise, wie es De Bary für seinen Typus II (1877, Pg. 489) folgendermassen beschreibt: „Der ganze Umkreis des primären Bündels erhält Strangelemente, zwischen diesen nur kleine Markstrahlen, deren Anordnung den primären Gefässplatten nicht entspricht. Der ganze Sekundärzuwachs ist also ein zylindrischer Strang ohne Hauptmarkstrahlen.“ Die Markstrahlen des Holzes sowie der Rinde sind in den Figuren 6 und 17 dargestellt. Quergeschnitten sind die Markstrahlzellen meist radiär gestreckt; an einem radialen Längsschnitt aber sieht man, dass die radiale Dimension lange nicht immer, obwohl oft, die grösste ist, sondern sehr viele Markstrahlzellen sind ebenso hoch als breit in radialer Richtung und wiederum andere stellen sogenannte aufrechte (De Bary) Zellen dar mit vertikalem grösstem Durchmesser und gleichen insofern denjenigen der Achse. Endlich sind einige von den kleineren Markstrahlzellen fast isodiametrisch. Die Form der Zellen ist prismatisch bis mehr abgerundet. Besonders stark abgerundete Zellen finden wir in der Rinde; die Zellen eines und desselben Markstrahls sind hier oft bedeutend breiter als im Holze. Die Höhe der Markstrahlzellen beträgt in der Rinde 18—73 μ, die Breite in tangentialer und radialer Richtung 18 bis 64 μ. Im Holze variirt die Höhe von 15—68 μ; die tangentiale Breite von 9—37 μ und die radiale Breite von 15—62 μ. Die Markstrahlzellen haben alle rundliche oder mehr langgestreckte Tüpfel. Wo die Zellen mit behöften Elementen (Gefässen, Fasertracheïden) zusammenstossen, werden die behöften Tüpfel einseitig entwickelt. Die Breite der Markstrahlen variiert von 1—6 Zellen, die Höhe dagegen beträchtlich mehr. Einige Markstrahlen sind nur 1—3, andere bis 35 Zellen hoch. Auf einem tangentialen Längsschnitte bemerkt man, dass die Markstrahlen fast nie in ihrer ganzen Höhe die gleiche Breite besitzen, sondern meistens ellipsenförmig erscheinen, und dann an den beiden Spitzen nur eine einzige Zelle breit sind. In der Rinde sind die Markstrahlzellen dünnwandig und färben sich mit Chlorzinkjod oder Jod-Jodkalium und Schwefelsäure violett bezw. blau. Im Holze dagegen sind sie sehr dickwandig und mit gut entwickelten Mittellamellen versehen. Sie geben mit den gewöhnlichen Holzreagentien intensive Holzreaktion. Die Markstrahlzellen führen immer Stärke von der bei dem Rindenparenchym erwähnten Art.

C. Sekundärer Bau der kräftigeren Wurzelzweige der zweijährigen Pflanze.

Bei den dickeren Wurzelzweigen erster Ordnung ist der Bau derselbe wie bei der eben geschilderten Hauptwurzel. Bei den etwas dünneren dagegen bemerkt man, dass das Holz des zweiten Jahres relativ viel mehr dünnwandiges Parenchym enthält als dasjenige der Hauptwurzel. Das Holzparenchym sowie in den allermeisten Fällen die Markstrahlzellen sind überall dünnwandig und unverholzt. Die Markstrahlen sind meistens ziemlich breit (2—6 Zellen); ganz schmale, einreihige, sieht man seltener. Aus diesem Grunde und, weil die unverdickten Markstrahlen immer mit dem Holzparenchym zusammen den Jahresring durchsetzen, liegen die dickwandigen Elemente des zweitjährigen Holzes in scharf abgegrenzten Gruppen. Diese Elemente sind übrigens genau dieselben wie bei der Hauptwurzel,

nur ist die Anordnung etwas anders; wir finden nämlich hier fast alle Gefässe in der inneren Hälfte des Holzes, nur sehr wenige sind in der äusseren Hälfte aufzufinden. Im Uebrigen ist der Bau dieser Wurzelzweige derselbe wie der der Hauptwurzel.

D. Sekundärer Bau der Faserwurzeln der zweijährigen Pflanze.

Die sekundär verdickten Faserwurzeln haben das Gemeinsame, dass der Holzkörper stark vorherrscht. Sie scheinen hauptsächlich als wasserleitende Organe zu dienen, worauf auch der anatomische Bau hindeutet. Bei einigen beobachtet man, dass die primäre Rinde erhalten bleibt und dass deren äusserste Schicht verkorkt. Bei anderen dagegen wird die primäre Rinde abgeworfen, Kork wird überhaupt nicht erzeugt, und man sieht auf einem Querschnitte fast nur Holz auftreten. Die sekundäre Rinde ist in allen Fällen äusserst minimal. Der relativ grosse Holzkörper zeichnet sich durch Mangel an Markstrahlen und Holzparenchym aus. Sonst wird er aus ganz denselben Elementen zusammengesetzt wie bei der Hauptwurzel. Nur sehr wenige netzförmig verdickte Gefässe sind vorhanden. Die faserförmigen Elemente besitzen meistens gerade abgeschnittene oder meisselförmige Endflächen und sind am häufigsten mit mehr oder weniger stark entwickelten Hoftüpfeln versehen. Die Weite der Gefässe betrug 14—36 μ, die Länge der einzelnen Glieder 145 290 μ. Die Breite der faserförmigen Elemente variierte von 9—18 μ, die Länge von 180—380 μ; ganz vereinzelte besassen jedoch die aussergewöhnliche Grösse von 700—800 μ.

E. Sekundärer Bau der Hauptwurzel der einjährigen Pflanze.

Wir können uns hier ganz kurz fassen, weil die Wurzel in den meisten Punkten mit der des zweijährigen Hyoscyamus niger übereinstimmt. Es soll gleich bemerkt werden, dass die Reaktionen sowie die Inhaltstoffe der verschiedenen Gewebe genau dieselben sind. Ueber das Periderm ist auch nichts neues hinzuzufügen. In der Rinde habe ich Sklerenchymfasern (Fig. 7) nur bei sehr kräftigen Exemplaren beobachtet. Die Zellen in der Rinde sowie im Holze scheinen hier eine viel geringere Neigung zum Zerreissen zu besitzen, als es bei der zweijährigen Varietät der Fall war. Ich habe derartige zerstörte Gewebe im Holze nur gegen das Zentrum zu wahrnehmen können. Im Uebrigen setzt sich das Holz aus denselben Elementen zusammen wie bei der zweijährigen Pflanze und ist hier wie dort im zweiten Jahre deutlich radiär strahlig gebaut. Die Grössenverhältnisse der Holzelemente scheinen dagegen, jedenfalls bei den von mir untersuchten Exemplaren, etwas abzuweichen. Als Maximaldurchmesser der Gefässe fand ich 95 μ; weitaus die meisten jedoch erreichten nur 55—73 μ. Bei den faserförmigen Zellen betrug die Maximallänge 109 μ. Was die Anordnung und Menge der verschiedenen Holzelemente anbelangt, so ist folgendes zu bemerken: Holzparenchym (Fig. 16) ist, wenn überhaupt vorhanden, nur in dem zentralen Teil und nur sehr spärlich zwischen den anderen Holzelementen aufzufinden. Gefässe treten nur in geringer Anzahl auf; die meisten liegen in der inneren Hälfte des Holzes. Die Anordnung ist ungefähr dieselbe wie bei der zweijährigen Varietät. Nach dem Zentrum zu finden wir netzförmig verdickte Gefässe (Fig. 11); etwas weiter nach aussen treten Uebergangsformen zwischen diesen und hofgetüpfelten Gefässen (Fig. 12 c) auf und schliesslich reine Hoftüpfelgefässe (Fig. 12 a, b), deren Tüpfel anfangs länglich sind (b), aber bald eine mehr rundliche Form annehmen (a). Die Menge der Hoftüpfelgefässe steigert sich, je weiter man nach aussen geht. Die faserförmigen Zellen bilden weitaus die Hauptmenge des Holzes, und überall im Holze finden wir sowohl echte Sklerenchymfasern als auch Fasertracheïden und Ersatzfasern von den in den Figuren 13, 14 und 15 dargestellten Formen. Ueber die Mengenverhältnisse dieser Elemente unter einander lässt sich nur sagen, dass die Anzahl der Ersatzfasern von innen nach aussen zu abnimmt, wogegen die Menge der beiden andern Formen sich steigert, je weiter man nach aussen kommt. Zu äusserst sind die echten Sklerenchymfasern weitaus überwiegend.

Die Markstrahlen bestehen aus Zellen, welche in Bezug auf Form und Tüpfelung vollständig mit denjenigen der Markstrahlen der zweijährigen Pflanze übereinstimmen. Meistens sind die Zellen radiär gestreckt, man findet jedoch oft, besonders bei den nur ein Paar Zellen hohen Markstrahlen, Zellen, welche ihre grösste Ausdehnung in senkrechter Richtung besitzen. In der Rinde variiert die Höhe der Markstrahlzellen von 18—60 μ, die Breite in tangentialer und in radialer Richtung von 18—43 μ. Im Holze beträgt die Höhe 15—75 μ, die Breite in tangentialer Richtung 15—24 μ und in radialer Richtung 15—65 μ. Die Zellen sind im Holze dickwandig und verholzt. Die Breite der Markstrahlen beträgt meistens nur 1—2 Zellen, seltener 3—4 Zellen. Die Höhe dagegen differiert viel mehr. Einige sind nur 2, andere bis 25 Zellen hoch; am häufigsten treffen wir eine Höhe von 3—8 Zellen. Man beobachtet hier viel seltener als bei der zweijährigen Varietät die im tangentialen Längsschnitt ellipsenförmigen Gruppen von Markstrahlzellen; teils weil die Markstrahlen ja meistens sehr schmal sind, teils, weil in den meisten Fällen in ihrer ganzen Höhe die Breite sich wenig ändert.

F. Sekundärer Bau der kräftigeren Wurzelzweige und der Faserwurzeln der einjährigen Pflanze.

Die wohlentwickelten Wurzelzweige erster Ordnung unterscheiden sich hinsichtlich des anatomischen Baues in keiner Weise von demjenigen der Hauptwurzel. Die Elemente sind bezüglich der Art und Anordnung genau dieselben. Was die Faserwurzeln anbelangt, so verweise ich auf das bei der zweijährigen Pflanze Gesagte.

Aus diesen Daten geht also hervor, dass die Wurzel des einjährigen und die des zweijährigen Hyoscyamus niger sich anatomisch dadurch von einander unterscheiden, dass erstere viel weniger oder gar kein Holzparenchym besitzt, schmälere Markstrahlen hat, und dass selbstverständlich kein Jahresring im Holze zur Ausbildung gelangt.

III. Die Verzweigung des Sprosssystems.

Ehe wir zur Besprechung der Verzweigungsverhältnisse übergehen, seien zunächst die Variationen bezüglich der Anzahl der auf der Hauptachse auftretenden Laubblätter sowie die Stellung der Blätter an der Hauptachse und an deren Zweigen kurz erwähnt. Tabelle I giebt die genannten Variationen für die einjährige Varietät an. Aus Mangel an Material habe ich ähnliche statistische Daten für die zweijährige Varietät nicht ermitteln können.

Tabelle I.

(275 Pflanzen umfassend)

Hauptachse.

Anzahl der Pflanzen	Anzahl der Blätter vor der Terminalblüte
2	11
8	12
19	13
46	14
78	15
58	16
49	17
12	18
3	19

Man sieht also, dass die Laubblätter am häufigsten in einer Anzahl von 14, 15, 16 oder 17 an der Hauptachse auftreten.

Was die Blattstellung an der Hauptachse anbelangt, so bemerkt man bei der einjährigen Varietät zuerst den zweigliedrigen Wirtel der Kotyledonen. Die zwei ersten Laubblätter bilden ebenfalls einen Wirtel, welcher gegen den der Kotyledonen um $^1/_4$ divergiert und beinahe auf derselben Höhe steht wie dieser. Das dritte Laubblatt divergiert gegen den ersten Laubblattwirtel um etwa 90—120° (meistens 105—120°), und es folgen jetzt alle übrigen Blätter der Hauptachse in $^3/_8$ Stellung (135°); die spiralig stehenden Blätter können sowohl in einer Linksschraube wie in einer Rechtsschraube gestellt sein. Wir finden diese Stellungsverhältnisse sowie die Verzweigung der einjährigen Pflanze ausserhalb der Inflorescenzen in den Schemata Fig. 18 und 19 dargestellt. Die beiden Schemata sind auf Grund der in diesem Kapitel erwähnten statistischen Daten ausgeführt. Figur 18 stellt das Schema einer Maximalpflanze, Figur 19 dasjenige einer Normalpflanze dar. Wydler hat bezüglich der Hauptachse der Hauptsache nach dieselben successiven Divergenzverhältnisse der Blätter bei Hyoscyamus agrestis Kit. gefunden, wie ich sie für meine Pflanzen angegeben habe. Seine Beobachtungen differieren jedoch von meinen für Hyoscyamus niger L. erhaltenen Resultaten besonders darin, dass er nach den Kotyledonen in der Regel vor dem Auftreten der definitiven $^3/_8$-Blattstellung eine grössere Anzahl Laubblätter gefunden hat als ich. Wydler, der mit Schimper und Braun nach dem langen Wege rechnet, sagt (1861 Pg. 15) darüber: „Der bereits im ersten Jahr blühende, wohl nur eine Abart von Hyoscyamus niger bildende H. agrestis Kit. bot mir hinsichtlich der Blattstellung Folgendes: 1) Auf die Kotyledonen folgte ein zu ihnen rechtwinklig stehendes aufgelöstes Blattpaar, dann $^2/_3$ St., deren erstes Blatt noch eingesetzt durch $\frac{1 - \frac{1}{2}}{2}$ war. An den Cykluren der $^2/_3$ St. schloss sich $^5/_8$ an, ohne Pros. 2) Es folgten auf die Kotyledonen zwei rechtwinklig decussirte aufgelöste Blattpaare, worauf $1\,^2/_3$ Cyklus, dann $^5/_8$, alles wie im vorigen. 3) Es folgten auf die Kotyledonen 1—2 decussirte aufgelöste Blattpaare, worauf 3—5 Cyklen der $^2/_3$-Stellung, dann $^5/_8$ ohne Pros. 4) Es folgten auf die Kotyl. ein aufgelöstes zu jenen rechtwinklig decussirtes Paar, dann $^5/_8$ an den Cykluren des letztern ohne Pros. anschliessend. 5) Derselbe Fall, aber die $^5/_8$ St. nach zwei aufgelösten Blattpaaren folgend. 6) Auf die Kotyl. ein rechtwinklig zu ihnen gestelltes Blattpaar, worauf $^5/_7$ ($^2/_7$) dessen erstes Glied durch $\frac{1 + \frac{1}{2}}{2}$ eingesetzt war. Im Allgemeinen folgen sich also $^1/_2$ (Kotyl.),*) $^2/_3$, $^5/_8$ (Laubbl.), in der Gipfelblüte wieder auf $^3/_5$ zurückgehend. Ihr erstes Kelchblatt ist immer an die vorausgehende Blattstellung ohne Pros. angeschlossen. Im Uebrigen waren die nach $^2/_3$ stehenden Blätter zuweilen wirtelförmig zusammengestellt und sie bildeten über einander fallend im Stengel 3 Orthostichen. Nur ein Exemplar zeigte die Dreiercyklen wechselnd, so dass erst die dritten über den ersten Cyklus fielen. In beiden Fällen zeigten die Wirtel gleiche Wendung. In einem Falle folgte nach 4 voreinander stehenden Dreiercyklen ein fernerer mit dem obersten Cyklus wechselnder, aber in gleicher Richtung fortgehender Cyklus. Unmittelbar darauf folgte die Gipfelblüte."

Die zweijährige Pflanze bildet im ersten Jahre (Fig. 1) nur eine grosse bodenständige Blattrosette gestielter Laubblätter aus; die Anzahl der Blätter kann 35—40 betragen. Die Divergenzverhältnisse der ersten und weiteren Laubblätter dieser Rosette entsprachen vollkommen dem oben gesagten, nur scheint der Divergenzwinkel zwischen dem zweiten und dritten Laubblatt zuweilen bis auf 130° zu wachsen. Im zweiten Jahre trägt die Hauptachse zerstreute Laubblätter, alle in der $^3/_8$-Stellung. Es treten bei dieser Varietät ebenfalls beide Blattspiralen auf.

Die Hyoscyamuspflanze ist einachsig, d. h. also ihre absolute Hauptachse schliesst mit einer Blüte ab; auch die Zweige schliessen meist mit einer Blüte. Bei beiden Varietäten habe ich, wenn ich von den successiven Zweigen der Inflorescenzen absehe, nur Zweige zweiter Ordnung, keine höherer

*) In dieser Zusammenstellung ist wahrscheinlich ein Druckfehler enthalten, da nach „Kotyl." noch „$^1/_2$" stehen müsste.

Ordnung beobachtet, mit Ausnahme von ein Paar zweijährigen Pflanzen, bei denen kleine Zweige dritter Ordnung auftraten. Die Zweige beider Varietäten verhalten sich bezüglich des folgenden gleich.

Man kann mit Wydler (1851 Pg. 394) und darnach Eichler (1875 Pg. 199), wie bei den Solanaceen im allgemeinen, so auch hier sogenannte belaubte Zweige unterscheiden, d. h. Zweige, welche mehr als 2 Laubblätter tragen, ehe sie mit einer Blüte enden; derartige Zweige fangen mit 2 seitlich stehenden Vorblättern an (Divergenz $^1/_2$); das dritte Blatt schliesst sich mit der Divergenz $^3/_8$ an und dieselbe Divergenz besitzen die übrigen Blätter (B. und C. Fig. 18). Das untere Vorblatt und somit auch das obere kann, auch an derselben Pflanze, bald links bald rechts zur Mediane stehen. Die übrigen Blätter stehen bald nach einer Links- bald nach einer Rechtsschraube, und zwar können die Schrauben innerhalb derselben Pflanze wechseln. Wydlers Angaben über die Blattstellungsverhältnisse der Zweige (1861 Pg. 16) stimmen zum Teil überein mit den meinigen. Es kommen nach ihm folgende zwei Zweiganfänge vor: 1) Auf 2 Vorblätter $^3/_5$ durch Pros. von $\frac{3 + 2}{5}$ eingesetzt und 2) $^5/_8$ ohne Pros. an das zweite Vorblatt anschliessend. Ausserhalb der Inflorescenzen entstehen alle Zweige, wie die sorgfältigen Untersuchungen Warmings (1872 Pg. 94) gezeigt haben, durch echte in den Blattachseln entstandene Seitenknospen.

Weiter kann man mit Wydler (1851 Pg. 394 und 396) und Eichler (1875 Pg. 199), wenn man die sogleich zu besprechende morphologische Auffassung der Inflorescenzen als Wickel unserer Betrachtung zu Grunde legt, sogenannte Blütenzweige unterscheiden, d. h. Zweige, die hier meistens nur ein laubiges Vorblatt, seltener zwei erzeugen und dann mit einer Blüte abschliessen (A. Fig. 18). Derartige Zweige finden sich in der oberen Region der Hauptachse und der Zweige, setzen also die eigenartigen Inflorescenzen von Hyoscyamus zusammen, welche sehr oft die direkte Fortsetzung der Hauptachse und der Regel nach diejenige der belaubten Zweige erster und zweiter Ordnung zu bilden scheinen. Bei den Auseinandersetzungen über diese Inflorescenzen werde ich mich dann der gewöhnlichen Auffassung derselben als Wickel anschliessen, wie man sie bei Wydler (1844 Pg. 689 u. f.; 1851 Pg. 396, 397 und besonders 404), Eichler (1875 Pg. 199 u. f.), Warming (1872 Pg. 91 u. f.) u. a. findet.

Man kann also die Inflorescenz von Hyoscyamus niger als phylogenetisch aus einem normalen Wickel hervorgegangen betrachten und annehmen, dass dieser in eigenartiger Weise phylogenetisch umgestaltet worden ist. Diese Wickel bauten sich dann auf aus Zweigen, die je aus einer mit Blüte endigenden, meist nur ein Vorblatt tragenden Achse bestehen; die Verzweigung erfolgt aus der Achsel dieses Vorblattes. Dasselbe entspricht, wie aus der Vergleichung der Inflorescenz von Hyoscyamus mit derjenigen anderer Solanaceen (Wydler, 1844 Pg. 692—694), bei denen diese Verhältnisse noch klar zu übersehen sind (z. B. Petunia), erschlossen ist, dem höher stehenden der beiden Vorblätter, dem β-Vorblatte anderer Solanaceen. Wie bei allen Wickeln so sind auch hier die successiven Zweige zu einander antidrom; die Fussstücke der successiven Zweige bilden mit einander eine gerade oder fast gerade sympodiale Achse, und die Blüten richten sich schräg aufwärts, so dass 2 der Oberseite der Inflorescenzachse aufsitzende Reihen von Blüten entstehen, deren Glieder in beiden Reihen mit einander abwechseln. Wie die Vergleichung mit anderen Solanaceen z. B. Nicotiana (Wydler 1844 Pg. 694) lehrt, ist ferner ein Hinaufwachsen jedes Tragblattes von der basalen Stellung am Grunde seines Achselsprosses bis fast unter den Kelch der terminalen Blüte anzunehmen. Die so an den Basen der Blüten stehenden Vorblätter bilden dann, wie das bei der Deutung des Blütenstandes als gestreckter Wickel sein muss, zwei Reihen, die eigentlich um 90° divergieren sollten, jedoch bis ungefähr auf 180° auseinandergerückt sind. Die Fig. 20 demonstriert ein Beispiel einer derartigen Inflorescenz von Hyoscyamus, welches wir etwas genauer betrachten wollen. Es ist die Inflorescenz, welche bei kräftigen Pflanzen die absolute Hauptachse (H) sehr oft fortzusetzen scheint (in der Fig. schematisiert). Der erste Zweig (I) der Hauptachse, welcher in den Wickel eingeht, trägt 2 Vorblätter und erreichte im vorliegenden Fall eine Länge von 7 cm. Sein Deckblatt (D) wächst, wie immer, an ihm in die Höhe,

der Regel nach bis direkt unterhalb des kurzen Blütenstiels, wo ebenfalls die Vorblätter ihren Platz haben, und wir müssten nun eigentlich hier 3 Blätter vor uns haben; indessen finden wir nur, wie gesagt, das Deckblatt (D) und ausserdem das untere der beiden Vorblätter (d), welches in diesem Falle wie stets ungefähr um 90° mit dem Deckblatte divergiert. Das α-Vorblatt steht in der fertigen Inflorescenz nur selten genau seitlich zur Mediane des Zweiges, zu welcher Ebene es rechts oder links seinen Platz haben kann; es stellt sich vielmehr, ohne seine Divergenz zum Deckblatte zu ändern, in der Regel mehr oder weniger nach hinten. (Es ist zu bemerken, dass das α-Vorblatt bei diesem Zweig in fast allen von mir untersuchten Fällen ursprünglich links zur Mediane stand, wenn die Blätter der Hauptachse nach einer Linksschraube angeordnet waren und umgekehrt. Die Vorblätter bilden also den Anfang einer mit der der abs. Hauptachse antidromen Schraube. Wydler (1861 Pg. 17) hat bei Hyoscyamus agrestis Kit. ebenfalls Antidromie dieses Zweiges im Verhältnis zur Mutterachse in 25 von 26 untersuchten Fällen beobachtet). Das in unserem Beispiel rechts zur Mediane stehende β-Vorblatt ist Deckblatt für einen Zweig zweiter Ordnung (II) und ist an ihm bis direkt unterhalb des kurzen Blütenstiels in die Höhe gewachsen; dieser 3 cm lange Zweig zweiter Ordnung wächst ungefähr in der Richtung seiner relativen Hauptachse aufwärts, bildet also mit ihr ein Sympodium; die Endblüte des vorhergehenden Zweiges stellt sich seitwärts. Das α-Vorblatt ist bei dem Zweig zweiter Ordnung, wie bei allen folgenden Zweigen, vollständig unterdrückt, die erhaltenen β-Vorblätter stehen theoretisch abwechselnd links und rechts zur Mediane. Das β-Vorblatt des Zweiges zweiter Ordnung (β^1) ist Deckblatt für einen mit diesem Zweig in der obigen Weise ein Sympodium bildenden Zweig dritter Ordnung (III), an welchem es ebenfalls in die Höhe wächst, wie vorher beschrieben. Der Zweig zweiter Ordnung trägt deshalb nur ein Blatt, das hinaufgewachsene Tragblatt. Genau wie dieser Zweig (II) verhalten sich nun alle folgenden, die allmählig kürzer werden. Die Verzweigung geht, wie meistens, ziemlich weit und es entsteht so ein langer Wickel mit sympodialer Achse; letztere ist bei den Hyoscyamus-Inflorescenzen manchmal etwas zickzackförmig, am häufigsten aber fast gerade gestreckt und im jugendlichen Zustande spiralig nach unten eingerollt, ähnlich wie es bei typischen Wickeln sein würde. Die β-Vorblätter bilden zwei Längsreihen, welche, wie gesagt, da die Vorblätter eigentlich abwechselnd links und rechts zur Mediane stehen sollten, mit einander um etwa 90° divergieren müssten, sich jedoch auf den Seiten der sympodialen Achse vorfinden, mit einer Divergenz der beiden Blattreihen bis 180°; gleichzeitig stehen die Blüten alle im Zickzack auf der Rückenseite der sympodialen Achse.

Nachdem wir so die Vorstellung, welche sich über die phylogenetische Entstehung des Wickels von Hyoscyamus aus einem normalen Wickel aus der vergleichenden Betrachtung der fertigen Zustände ergiebt, kennen gelernt haben, wollen wir die Fragen besprechen: 1) Ob die vergleichende Betrachtung der Entwicklungsgeschichte diese Hypothese stützt oder ihr widerspricht, und 2) Wie weit speziell die embryonale Entwicklungsgeschichte der Hyoscyamus-Inflorescenz noch der Hypothese entspricht. Bezüglich der ersten Frage können wir wohl mit Eichler (1875 I Pg. 202) auch jetzt noch folgendes behaupten: „Diese, aus vergleichender Beobachtung der verschiedenen Solaneengattungen auch im fertigen Zustande unzweifelhaft festzustellenden Verwachsungen, überhaupt die ganze oben vorgetragene Auffassung vom Aufbau der Solaneen, hat namentlich durch die Untersuchungen Warming's auch entwicklungsgeschichtlich ihre Bestätigung erhalten. Wenigstens im Wesentlichen; denn die von Warming sowohl, als vordem bereits durch Kraus beobachtete Entstehung der Wickel mancher*) Arten vermittelst successiver Dichotomien der Achsenspitze, wobei immer die eine Hälfte zur Blüte wird, während die andere sich weiter spaltet, kann um so weniger als eine prinzipiell verschiedene Bildung betrachtet werden, als bei andern unmittelbar verwandten Formen die gewöhnliche seitliche Ent-

*) Die Dichotomie in der floralen Region ist unter den Solanaceen nur bei Hyoscyamus niger, pusillus und vielleicht Solanum nigrum nachgewiesen (Warming 1872, Pg. 92, 96 und 97).

stehung der successiven Wickelsprosse beobachtet wird. Vergleiche darüber Warming's Abhandlung über Scopolia (1869 Pg. 39 f. f.), sowie Forgreningsforhold (1872 Pg. 92 f. f.).“

Die Antwort auf die zweite Frage kann ich, da ich selbst keine entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen angestellt habe, nur durch eine Darstellung der über die Entwicklungsgeschichte der Hyoscyamus-Inflorescenz gemachten Angaben anderer Autoren ihrem jetzigen Stadium nach schildern. Es waren Kraus (1871 Pg. 119) und besonders Warming (1872 Pg. 95 und 96), welche zuerst zeigten, dass die Inflorescenz nicht durch normale akropetale Verzweigung des Vegetationspunktes sich ausbildet, sondern dass sie aus lauter dichotomisch angelegten Sympodien gebildet wird. Zum besseren Verständnis füge ich drei von den Originalzeichnungen Warming's hinzu, die Figuren 21, 22 und 23 (seine 5, 7 und 8 Taf. VIII) und gebe seinen dazu gehörenden Text wörtlich wieder: „In der Figur 21 (5), welche die Spitze eines Blütenstandes darstellt, ist I die älteste Blüte, II die nächste im Alter; III ist eine Knospe (Sprossvegetationspunkt)*), die als Achselknospe des Blattes n^2 der Achse II hervortritt. Diese „Knospe“ hat sich stark in lateraler Richtung gestreckt und wird bald, auf einer weiteren Stufe, zwei „Knospen“ erzeugen, welche durch ein senkrecht auf n^2 stehendes und mitten über III hinweg verlaufendes Thal von einander getrennt werden. Dies ist in der Figur 22 (7) dargestellt. Von den beiden gezeichneten „Knospen“ wird I zur Blüte, II zur „Achselknospe“ desjenigen Blattes, welches an ihrem Grund entsteht und zwar offenbar erst nachdem die dichotomische Teilung des Vegetationspunktes angefangen hat. Das histologische Bild der Figur 22 (7) ist in der Figur 23 (8) dargestellt. Besonders zu beachten sind die Querzellreihen (m), welche in der Mitte der in Spaltung (dichotomischer Teilung) befindlichen „Knospe“ liegen und die beiden durch die Spaltung entstandenen neuen Vegetationspunkte I und II von einander trennen. Die Zellthätigkeit, durch welche dieselben sich schon über das Thal emporheben, liegt offenbar ziemlich tief und zwar unter der dritten Periblemschicht. Das Blatt n^1, dagegen verdankt einigen auf diesem Präparat nicht ganz deutlichen Zellteilungen in der ersten und zweiten Periblemschicht seinen Ursprung. Wir haben also hier ganz unzweifelhaft eine Spaltung des Vegetationspunktes (Dichotomie).“ Im Laufe seiner umfassenden Untersuchungen gelangt Warming indessen (1872 Pg. 147 und 148) zu dem Resultat, dass in der That kein Wesensunterschied besteht zwischen Verzweigung durch Spaltung (gleiche Teilung; Klövning) des Vegetationspunktes und durch Seitenknospenbildung. Er sagt darüber folgendes: „Denn wir haben in der That auch gefunden, dass die verschiedenen Verzweigungsmodi („Knospenbildung“ **) lange oder unmittelbar nach, gleichzeitig mit oder vor der Deckblattbildung, unterhalb der Stengelspitze oder auf deren Gipfel oder Seite durch gleiche oder ungleiche Teilung des Vegetationspunktes in bunter Abwechslung neben einander vorkommen, innerhalb verschiedener Gattungen derselben Familie oder verschiedener Species derselben Gattung, ja sogar an verschiedenen Teilen oder auf verschiedenen Entwicklungsstufen derselben Species oder gar desselben Individuums mit allmähligen Uebergängen in einander, und ohne dass man sonst Verschiedenheiten in der Verzweigung bemerken oder auch nur im Geringsten beobachten kann, dass die verschiedenen Modi der „Knospenbildung“ eine verschiedene Rolle im Leben der Pflanze spielen.“ Die dichotomische Verzweigung in der floralen Region z. B. von Hyoscyamus erklärt Warming deshalb einfach dadurch, dass hier für die Pflanze die „Knospenbildung“ in den Vordergrund treten muss (im Gegensatz zur vegetativen Region), weshalb denn auch die „Knospe“ so kräftig angelegt wird und so viel Platz auf der Achsenspitze fordert, dass sie bis zu deren Mittellinie hinaufrückt.

Warming untersuchte auch den Vorgang des „Hinaufwachsens“. Ich werde aus seinen diesbezüglichen eingehenden Auseinandersetzungen einige Momente, die hier genügen mögen, herausgreifen

*) Klammern und Anführungszeichen dieses Citates von mir hinzugefügt. Warming bezeichnet (1872 Pg. 10 und 15), im Gegensatz zu der jetzt allgemein gebräuchlichen Terminologie nur die Initiale der meristematischen Gewebe der Achsenspitze als Vegetationspunkt und den Vegetationspunkt als Knospe.

**) Anführungszeichen von mir.

und wörtlich citieren. 1872 Pg. 154 u. f. sagt Warming folgendes: „Ein Kausalzusammenhang zwischen Blatt und Knospe lässt sich noch nicht nachweisen; wir wissen weder, weshalb sie zusammen auftreten, noch, weshalb sie sich in der Weise zu einander stellen, wie sie es in der That thun. Dass aber eine innige Verbindung zwischen ihnen besteht, ist offenbar. Dies zeigt sich bei den Phanerogamen auf zweierlei Weise: erstens in dem Gegensatz — oder Balanceverhältnis, welches während ihrer Metamorphose zwischen ihnen zum Vorschein kommt, zweitens in der „primären Verwachsung", welche immer zwischen ihnen gleich von ihrer Entstehung ab existiert, wo sie beide zur Entwicklung kommen. Der erste Punkt ist schon oben (Pg. 144) erwähnt. Der zweite Punkt muss hier näher berücksichtigt werden. Was das heisst, dass eine Knospe eine Achselknospe eines Blattes ist, hat niemand, wie mir scheint, genügend klar und bestimmt ausgedrückt. Man findet in der Regel nur derartige weniger prägnante Bezeichnungen wie z. B., dass die Knospen „in dem Winkel" oder „in der Ecke" zwischen Blatt und Mutterachse oder „in der Achsel" des Blattes sitzen. Diese Ausdrücke sind zwar korrekt, heben aber nicht genügend das Wesentliche in dem Thatbestand hervor, nämlich, dass die Achselknospe immer ebenso wohl auf dem Blattgrund als auch auf der Mutterachse sitzt, oder, wie man auch sagen kann, dass das Blatt sowohl auf der Knospe als auch auf der Mutterachse steht. Die beiden Organe sind immer an der Basis mit einander vereinigt. Dass man dies gewusst und daran gedacht hat, ersieht man z. B. aus der Bezeichnung des Deckblattes als „Mutterblatt" (feuille-mère) und aus den vielen Abbildungen, welche dieses darstellen, so z. B. bei Schacht (Beiträge zur Anatomie) Taf. I, Fig. 22, 24, 27; Taf. V, Fig. 3, bei Sachs (Lehrbuch 1870) Fig. 109, 121, 136 etc., und ich habe in dem speziellen Teil gezeigt, dass es ein überall vorkommendes Verhältnis ist (siehe z. B. Fig. 1, 2, 4, 5, Taf. I, Fig. 23, 25 Taf. II, Fig. 1, 4, 11, 25, 26 Taf. III, Fig. 5—6, 10—11, 13, 14, 18 Taf. IV, Fig. 16 Taf. VI etc. etc.). Hätte man aber dies immer vor Augen gehabt, so wären gewisse extreme Verhältnisse kaum als so merkwürdig betrachtet oder gar missverstanden worden; erstens der Fall, dass die Knospe ganz und gar, oder wenigstens zum allergrössten Teil, ein Produkt des Blattgrundes ist, und zweitens, dass das Blatt auf der von ihm „gestützten" Knospe entsteht. Die Beobachtung dieser Verhältnisse zwischen dem Deckblatt und seiner Achselknospe bahnt uns nun leicht den Weg zum Verständnis des als „Verschiebung", „concaulescentia", „surhaussement" etc. beschriebenen wohlbekannten Phänomens. Verschiebungen, bei denen das Deckblatt von seinem gewöhnlichen Platz auf der Mutterachse am Grunde des in der Blattachsel stehenden Zweiges verschoben gefunden wird („concaulescentia"), so dass es augenscheinlich mehr oder weniger weit oben auf diesem Zweig steht, sind sehr allgemeine Erscheinungen. So kommen sie bekanntermassen vor bei Thesium ebracteatum, Samolus Valerandi, Borraginaceae, Cordiaceae, Solanaceae, Crassulaceae, Spiraea, Loranthaceae, Myrodendron, Chailletiaceae, Pterocarya, bei Ipomoea bona nox und Agave Americana, bei Ruta, Paliurus aculeatus, Bignonia Catalpa, Tilia (das Deckblatt des Blütenstandes), Deutzia scabra, Helwingia u. s. w. Es wird nun in der Preisaufgabe gefragt, ob die z. B. bei den Solanaceen vorkommenden Verschiebungen eine Folge von Knospenbildung durch Spaltung des Vegetationspunktes sind. Ich habe dies schon verneinend beantwortet. Das Phänomen findet aber seine natürliche Erklärung, wenn man sich an das soeben gezeigte Verhältnis erinnert, dass Knospe und Deckblatt (mit nur ganz wenigen mir bekannten Ausnahmen) immer an der Basis vereinigt sind. Nichts ist dann leichter zu verstehen als, dass die primitive Verbindung zwischen ihnen durch späteres Wachstum dieser gemeinschaftlichen basilären Partie vergrössert werden und eine „Verschiebung" dadurch zu stande kommen kann. Als Stütze dieser Annahme dient ferner, dass wir gerade da, wo wir im speziellen Teil starke Verschiebungen vorfanden, wie bei den Solanaceen, Sedum Fabaria, Ranunculus acris (die Samenknospe im Fruchtknoten), ebenfalls die Verbindung zwischen der Knospen- und der Blattbasis aussergewöhnlich stark finden; bei den beiden letzteren ist die Knospe ja sogar zum allergrössten Teil ein Produkt des Blattgrundes."

In ähnlicher Weise wie Warming drückt sich auch Eichler bezüglich der Auffassung der ent-

wicklungsgeschichtlichen Resultate aus, indem er (1875 I, Pg. 35) sagt: „Obige Definitionen implizieren die Auffassung jedes neuen Sprosses als Seitenprodukt des vorausgehenden. Es ist neuerdings von mehreren Seiten in Abrede gestellt worden, dass dies überall dem thatsächlichen Verhalten entspräche. So sollen bei den Wickeln mancher Asperifolieen und Solaneen die Sprosse immer paarweise durch Dichotomie des Achsenscheitels entstehen, dessen eine Hälfte zur Blüte wird, während die andere sich von neuem teilt; zuweilen hat es sogar das Ansehen, als ob der nach unserer Annahme ältere Spross ein extraaxilläres Seitenprodukt des jüngeren sei (Centrolepis), und bei Heliotropium und Myosotis sprossen die Blüten angeblich als monopodiale Seitenzweige in zwei Längsreihen an der Oberseite einer gemeinsamen Achse (des Sympodiums nach der gewöhnlichen Ansicht) hervor. Hiernach wären denn die Wickel von sehr verschiedenem morphologischen Charakter, und das könnte sogar bei den nächstverwandten Pflanzen der Fall sein. Ein solches Resultat kann natürlich dem vergleichenden Morphologen wenig gefallen, und ich würde mich schon aus allgemeinen „phylogenetischen“ Gründen dagegen gesträubt haben, selbst wenn Warming (Forgreningsforhold, Kopenhagen 1872) nicht, wie er es in ebenso gründlicher als umfassender Weise gethan, den Uebergang zwischen all diesen Entstehungsweisen gezeigt und namentlich dargelegt hätte, dass die Zweigbildung durch Dichotomie von der seitlichen Sprossbildung nur gradweise verschieden ist. Nur möchte ich mit Hieronymus (in bot. Zeitung 1872 Nr. 13 und Beiträge zur Kenntnis der Centrolepidaceen, Halle 1873) und Magnus (zur Morphologie der Sphacelarieen, bes. Pg. 24) noch etwas über Warming hinausgehen und die sogenannte Dichotomie in diesen und ähnlichen Fällen nicht als eine solche im eigentlichen Sinne betrachten, sondern geradezu als eine Form seitlicher Sprossbildung, bei der aber der Zweig so hoch und dicht am Scheitel des Primansprosses angelegt wird, dass er gleich bei seinem Entstehen mit demselben von gleicher Stärke erscheint. Wenn er jenen an Stärke noch übertrifft, so wird er denselben sogar zur Seite drängen, schiefstellen, und die primäre Achse erhält das Ansehen eines extraaxillären Seitenprodukts des Zweiges.“

Es läge also danach hier bei Hyoscyamus der Fall vor, dass sich die Inflorescenz schon im embryonalen Entwicklungszustande etwas von den normalen Wickeln gleicher Entwicklungsstufe unterscheidet, immerhin aber so, dass diese Abweichung nicht wesentlicher Art ist.

Goebel (Ueber die Verzweigung dorsiventraler Sprosse 1882 II, Pg. 422) bestreitet die Richtigkeit der Angaben von Kraus und Warming bezüglich der oben genannten dichotomischen Verzweigung und meint, dass die Entwicklungsgeschichte der Inflorescenz nicht mehr mit deren Wickelnatur in Einklang zu bringen sei. Die Entwicklungsgeschichte bringt ihn zu der Ansicht (l. c. Pg. 415—423 incl. und Flora 1880 Pg. 423 u. f.), dass die Inflorescenzachse bei Hyoscyamus niger ein Monopodium ist und zwar mit dorsiventraler Verzweigung, wobei die Blüten in zwei Reihen auf der Rückenseite, die Blätter auf den Flanken der Inflorescenzachse entstehen und dieser Achse, nicht aber den Blüten angehören. Auch die Boraginaceenwickel, bei welchen (insbesondere bei Anchusa) dieselben Verhältnisse stattfinden sollen wie bei Hyoscyamus niger, beschreibt genannter Autor in der obigen Weise (Flora 1880 Pg. 419, 420 und 423). Goebel sagt (Verzweigung dors. Sprosse Pg. 433) wörtlich folgendes: „Auch die Borragineen haben durchgehends dorsiventrale Inflorescenzen mit Blüten auf der Rückenseite der Inflorescenzachse; sind Blätter vorhanden, so stehen sie wie bei Utricularia auf den Flanken der letzteren. Die Deutung als „Wickel“ ist unrichtig, die Inflorescenzen sind vielmehr als einseitige Trauben oder Aehren zu bezeichnen. Eben so verhält es sich bei einer Anzahl anderer als Wickel bezeichneter Inflorescenzen, so z. B. Hyoscyamus niger.“

Schumann trat den Angaben Goebels zuerst in seiner 1889 erschienenen Abhandlung entgegen. Aus der genannten Arbeit mögen folgende Sätze hier Platz finden, welche die Resultate von Schumann, soweit sie für uns hier in Betracht kommen, hinreichend wiedergeben. Pg. 75: „Ausser den Inflorescenzen der bis jetzt vorgeführten Pflanzen habe ich noch eine sehr grosse Zahl anderer Borragoide untersucht und in mehr oder minder deutlicher Weise ganz die gleichen Beobachtungen gemacht. Die

Entstehung der Blüten mit ihren konjugierten Vegetationskegel durch dichotomische Teilung fand ich besonders schön an Herbstblüten, ich will von ihnen noch eine Zeichnung, die ich am 23. September von der Spitze des Echium rosulatum aufgenommen habe, mitteilen, Fig. 13. Ausser dieser Pflanze habe ich noch Phacelia congesta von den Hydrophyllaceen, Hyoscyamus niger L.*) von den Solanaceen, Browallia demissa und grandiflora, die bald zu den Solanaceen, bald zu den Scrophulariaceen gestellt werden, Echium violaceum und creticum, Cynoglossum furcatum, Symphytum officinale und asperrimum von den Borraginaceen, Helianthemum vulgare von den Cistaceen, Tinantia undulata und Tradescantia Virginica von den Commelinaceen untersucht. Ob sie Begleitblätter an den Blüten hatten oder nicht, sie verhielten sich stets in gleicher Weise, insofern als jeder Vegetationskegel sich querstreckte und durch eine entweder mit der kurzen Achse des entstandenen Ellipsoids zusammenfallende oder mit ihr parallel verlaufende Furche in eine neue Blütenanlage und einen Vegetationskegel zerfiel. Waren Vorblätter vorhanden, so lagen dieselben, wenigstens zu der Zeit, wo die Vegetation erlahmte, sehr deutlich in der Stellung, welche die echten Wickeln zeigen. Nur bei Anchusa officinalis konnte ich diese Disposition an den üppig fortwachsenden Blütenständen nicht genau nachweisen. Ich glaube indess, dass diesem Mangel durch die Darstellung der Entstehung der ersten Blüten der Inflorescenz abgeholfen wird, die ganz denselben Modus inne halten, wie die Blüten von Cerinthe. Den Aufbau des Sympodiums entwicklungsgeschichtlich zu verfolgen, ist nicht ganz leicht. Die Furchung, welche selbstverständlich nur bildlich als ein Einschnitt in den quer gestreckten Vegetationskegel aufgefasst werden kann, in Wirklichkeit aber dadurch entsteht, dass in dem zuerst einheitlich wachsenden Zellkörper zwei getrennte Neubildungsherde entstehen, kann nicht bis auf die Insertionshöhe des Vorblattes reichen, da dieses regelmässig am Vegetationskegel in einem messbaren Stück unterhalb des Scheitels vor der Furchung erscheint. Demgemäss liegt zwischen der Abgliederungsstelle des neuen Vegetationskegels von dem Primordium der jüngsten Blüte ein, wenn auch nur sehr kurzes, Achsenstück. Es ist dies derselbe Teil des Merithalliums, den ich auch schon bei Ruta graveolens nachgewiesen habe, welcher dort am entwickelten Sympodium gestreckt ist (es ist die Entfernung von β bis zum Abgang der Blüte), ich nannte es Epithallium. Wenn dieses Stück des Merithalliums auch vorhanden ist, so entwickelt es sich doch niemals, soweit mir bekannt ist, weder im Knospenstadium des Borragoids noch später zu einer nennenswerten Grösse. Daher kommt es, dass die successiven Achsenglieder des Sympodiums z. B. bei Cerinthe, wie Fig. 10 zeigt, unmittelbar an der Basis des kurzen Blütenstieles aus der Blattachsel hervortreten. Diese Grösse kann sich also an der Bildung des Sympodiums nicht beteiligen. Der Aufbau geschieht vielmehr nur durch die Thätigkeit im Meso- u. Hypothallium, die beide, weil nur ein Vorblatt entwickelt ist, nicht geschieden werden können. Aber auch dieses wächst zuerst nur ganz minimal in die Länge, dafür aber verbreitert es sich sehr kräftig scheibenförmig, erst dicht vor der Anthese streckt es sich bis zur Grösse von etwa 0,5—1 mm, um später nach dem Abblühen, wenn die Blüten in ein niederes Niveau durch die Aufrechtstellung des ganzen Blütenstandträgers herabgedrückt werden, eine Länge von über 1 cm zu erreichen. Durch die Aneinanderreihung dieser Scheibchen zwischen β und β', β und β'' wird das jugendliche Sympodium aufgebaut. Wenn bei echten Wickeln, z. B. bei denen der Rubiaceen-Gattungen Guettarda, Paederia u. s. w. die Zahl der Knospen sehr gross wird, so zeigen diese ganz dieselbe Erscheinung der Einrollung an der Spitze, wie das Borragoid der meisten Borraginaceen, Hydrophyllaceen u. s. w. Auf der anderen Seite habe ich darauf hingewiesen, was auch schon Goebel betont hat, dass einzelne echte Borragoide eine solche Spirale nicht besitzen. Daraus geht hervor, dass diese Einrollung kein wesentliches Merkmal des Borragoids ist. Bereits Bravais hat eine Erklärung für diese Erscheinung zu geben versucht und hat es sogar unternommen, sie mathematisch zu begründen, ein Beginnen, dessen Mangelhaftigkeit bereits Goebel gebührend gekennzeichnet hat. Bravais sowohl, wie nach ihm Wydler leiten die Einrollung von dem Winkel ab, den

*) Hervorgehoben von mir.

die aufeinanderfolgenden Merithallien mit der jeweilig vorausgehenden relativen Hauptachse bilden. Aber selbst wenn man die Vorstellung zulässt, die beiden vorgeschwebt hat und die dem gewöhnlichen Schema der Wickel entnommen ist, welches sich in jedem Lehrbuche abgezeichnet findet, so kann man nimmermehr zu einer Einrollung gelangen. Diese scheint vielmehr, wie bereits Goebel vermutete, nur eine Folge der Erdschwere zu sein. Ich habe oben bei den echten Wickeln zu zeigen versucht, dass dann, wenn sich an einer Wickel viele Blütenknospen ausbilden in der Zeit, bis die älteren zur Anthese kommen, jene am Fusse der letzteren ein ungefähr horizontal gestelltes, zweireihig angeordnetes Aggregat darstellen müssen. Dieses Verhältnis wird sich bei den Borragoiden wiederholen, da die Anlage der Blüten bei ihnen dieselbe, wie bei den echten Wickeln ist. Sind nun die Sympodien kräftig genug entwickelt, um ein kleineres Aggregat genügend stützen zu können, wie dies bei Echium rosulatum der Fall ist, so liegt es auf der Spitze des Blütenstandes in einer horizontalen Fläche. Wird die Zahl der Blüten aber noch grösser, oder ist das Sympodium schwächer, so neigt es sich nach unten. Bei Cerinthe, wo die Inflorescenz 20 und mehr Blüten im Knospenzustande trägt, wird die Spitze erst relativ spät mit mechanischen Elementen ausgestattet; ich konnte die ersten Anfänge derselben, spiral verdickte Elemente in der Region unterhalb der siebenten Blüte, welche bereits die Carpiden entwickelt hatte, nachweisen. Es ist wohl nicht unwahrscheinlich, dass sich die Krümmung des Sprossgipfels auf diese geringe Aussteifung des Trägers zurückführen lassen wird. Die Untersuchungen über diese Frage liegen aber zu weit von meinem Beobachtungsfelde ab, als dass ich mehr, wie diese Andeutungen geben möchte. Das Borragoid ist, wie ich gezeigt habe, nur ein spezieller Fall der echten Wickel, dessen bedingende Ursache, wie ich glaube, in der dichotomischen Teilung des Vegetationskegels, im Gegensatz zu der lateralen Ausgliederung bei den echten Wickeln, liegt."

Pg. 78: „Komme ich nun endlich zur Darstellung der von mir gewonnenen Resultate, so ergiebt sich zunächst, dass das Borragoid in allen von mir untersuchten Fällen als eine Wickel von der Art aufzufassen ist, welche Ruta, Echeveria, Calandrinia, überhaupt Pflanzen mit spiralig gestellten Stengelblättern besitzen. Da man dieselben nicht von denen trennen kann, die bei den Rubiaceen, Melastomaceen etc., d. h. bei Pflanzen vorkommen, die mit decussirten Blättern versehen sind, so ist ein Unterschied zwischen echten Wickeln und den Borragoiden nicht statthaft, der letzte Ausdruck muss also fallen gelassen werden. Diese Wickeln werden so aufgebaut, dass sich ein ellipsoidisch gestreckter Vegetationskegel durch eine in der Richtung der kurzen Achse verlaufende Furche teilt. Sind 2 Vorblätter oder nur eins entwickelt, so haben dieselben zum Deckblatte die normale Lage. Die Begleitblätter werden aber später in ihrer Stellung durch den sich dazwischen schiebenden Vegetationskegel gegen einander verschoben und stellen sich endlich parallel. Das Blatt, welches eine Blüte begleitet, ist ihr Deckblatt, das Deckblatt der nächst höher inserirten Blüte ist ihr Vorblatt. Bei den von mir untersuchten nackten Wickeln verhält sich die dichotomische Teilung des Vegetationskegels genau so, wie an den beblätterten."

Pg. 79: „Aus diesen Mitteilungen geht hervor, dass ich die Meinungen von Kaufmann, Warming, Petersen und teilweise von Kraus bestätigt gefunden habe; meine Erfahrungen stimmen namentlich mit den wörtlichen und bildlichen Darstellungen, die Warming gegeben hat, vollkommen überein. Ich kann also den von Goebel gemachten Beobachtungen nicht beipflichten. Wie ich in der Einleitung hervorhob, bin ich mit einem für dessen Ansicht eher günstigen als ungünstigen Vorurteile an die Untersuchung gegangen, da mir eine Reihe von Studien an Anchusa und Myosotis die Richtigkeit wahrscheinlich gemacht hatten. Daher kam es denn, dass ich Warming's prachtvolle Zeichnungen erst zu würdigen verstand, als ich selbständig dieselben Bilder erhalten hatte. Namentlich zwei der Goebel'schen Behauptungen habe ich nicht bestätigt gefunden, die dorsiventrale Anlage des Blütenstandes und die Entstehung der Begleitblätter unabhängig von den Blüten. Die Dorsiventralität ist hier wie bei Ruta, Echeveria, Calandrinia, Leptoscela, Guettarda, Paederia etc. eine sekundäre Erscheinung, und die Be-

gleitblätter brechen ganz sicher an dem Grunde des jeweiligen Vegetationskegels hervor. An Fig. 34, 37 und 42 der Goebel'schen Zeichnungen ist dieses Verhältnis auch ganz richtig dargestellt, bei der Sprossspitze von Anchusa sind die Beziehungen der Blüten zu ihren Blättern so schön zu erkennen, wie ich sie an grösseren Inflorescenzen dieser Pflanze leider niemals zu Gesichte bekam. Damit soll natürlich nicht gesagt werden, dass ich gegen die Entwicklung anderer Blütenstände dorsiventraler Natur Einspruch erheben wollte. Ich habe die Inflorescenzen gewisser Papilionaceen ebenfalls untersucht und die Entwicklungsgeschichte, welche Goebel beschrieben hat, von gewissen Fragen untergeordneter Art abgesehen, bestätigt gefunden. Auch die einiger Urticaceen scheinen in der That von dem gleichen Bildungsgange beherrscht zu werden. Für die Wickeln der Borraginaceen muss ich aber hinsichtlich ihrer Entwicklungsgeschichte an der früheren Auffassung, dass sie ein verarmtes Dichasium sind, in so weit festhalten, als nicht in der dichotomischen Zerklüftung des Vegetationskegels ein Unterschied gefunden werden soll."

In einer Besprechung der Abhandlung Schumann's sagt Goebel (1889, Pg. 82) folgendes: „Lassen wir die Blütenstände von Ruta, Echeveria u. a. bei Seite, so sind es namentlich die der Borragineen gewesen, welche zu Streitfragen Anlass gegeben haben. Hierbei sind nun zwei Punkte zu unterscheiden. Einmal die Frage, ob der Blütenstand, ganz abgesehen von seiner Entstehung, eine dorsiventrale Symmetrie zeigt, womit auch bestimmte Wachstumserscheinungen und Richtungsverhältnisse in Beziehung stehen; und zweitens, ob dieser dorsiventrale Bau schon von Anfang an vorhanden ist, oder nur durch nachträgliche Modifikation eines Wickels entsteht. Das erstgenannte Verhältnis ist seit meinen genannten Untersuchungen wohl allgemein zugegeben, in Bezug auf letztere kommt Sch. im Gegensatz zu meinen Angaben zu dem Schlusse, dass die Dorsiventralität der Borragineenblütenstände eine sekundäre Erscheinung sei. So erfreulich es ist, dass der Verfasser die Entwicklungsgeschichte — deren Studium, von niederen Organismen abgesehen, jetzt fast ganz erloschen ist — geprüft hat, so bedauerlich ist auf der anderen Seite, dass seine Angaben zur Entscheidung der Frage nicht ausreichen. Trotzdem nämlich früher ausdrücklich darauf hingewiesen wurde, dass Oberansichten bei diesen Objekten nicht ausreichen, stützt sich der Verfasser doch, wie seine Tafeln zeigen, auf solche, und erhält demgemäss Bilder, wie sie früher schon Warming vollständig richtig gegeben hat, und wie sie auch in meiner Abhandlung sich finden (Taf. XII, Fig. 40). Somit ist der Verfasser zu dem von ihm gezogenen Schlusse nicht berechtigt, dieser hätte nur dann eine feste Grundlage, wenn er Vegetationspunkte kräftig entwickelter Blütenstände frei präpariert und von allen Seiten betrachtet hätte, was nicht so ganz leicht ist. Dass die Borragineenblütenstände von Wickeln abzuleiten sind, bezweifelt wohl niemand mehr, (wenn in meiner erwähnten Abhandlung der entwicklungsgeschichtliche Standpunkt ganz in den Vordergrund gestellt ist, so war das zwar einseitig, hat aber doch das Gute gehabt, dass die Thatsachen genauer als vorher untersucht wurden) es fragt sich nur, wie weit das in der Einzelentwicklung noch nachweisbar ist. Die Schumann'schen entwicklungsgeschichtlichen Angaben reichen, wie erwähnt, zu einer Entscheidung hierüber nicht hin und eine Vervollständigung derselben wäre deshalb erwünscht. Eine auf möglichst viele verschiedene Formen und verschieden kräftige Inflorescenzen ausgedehnte Untersuchung, wird wahrscheinlich Abstufungen von dem dorsiventralen Monopodium bis zur Wickelbildung zeigen."

1890 bespricht Schumann die Wickel der Solanaceen nochmals. Er sagt Pg. 300 zuerst: „Wenn ich nun doch im Folgenden die Frage etwas eingehender behandeln werde, so geschieht dies aus dem Grunde, weil die Richtigkeit meiner Angaben angefochten worden ist. In einer Besprechung meiner Arbeit hat Goebel mir entgegen gehalten, dass ich, wie die früheren Untersucher, abermals nur Oberflächenbilder betrachtet und zur Darstellung gebracht hätte und dass nur durch das Studium der Unterseite der Inflorescenz die richtige Einsicht gewonnen werden könnte. Er hielt dann an seiner früheren Behauptung fest, dass das Borragoid eine dorsiventrale Traube sei. Ich will zunächst voraus-

schicken, dass die vorliegende Arbeit in der Zeit, als ich meine Untersuchungen über das Borragoid veröffentlichte, nahezu vollkommen abgeschlossen war. Da mich aber die Frage über den Aufbau derselben schon lange beschäftigt hatte, sie war gewissermassen der Anstoss für die ganze vorliegende Untersuchung gewesen, und da ich ehedem die Absicht hatte, die Arbeit in kleineren Abschnitten zu veröffentlichen, so sollte diese Studie den Anfang einer Reihe von Publikationen ausmachen. Ich habe also schon damals eine so grosse Zahl von jüngsten Inflorescenzen dieser und anderer Art studiert, dass ich mit der Technik der Untersuchung wohl einigermassen vertraut war. Jeder Botaniker, welcher sich mit diesen kleinen Objekten beschäftigt hat, wird wissen, dass der Beobachter gezwungen ist, die Präparate von allen Seiten, oft leider gegen seinen Willen und viel länger, als er wünscht, zu prüfen. Nachdem aber Goebel in seinen Arbeiten wiederholt darauf hingewiesen hatte, dass sich die Untersuchung nicht auf die Oberseite beschränken solle, habe ich es mir angelegentlichst zur Pflicht gemacht, diesem Hinweise nachzukommen. Ich kann demgemäss den Einwurf gegen die Zulänglichkeit meiner Untersuchung nicht anerkennen."

Ferner bemerkt Schumann Pg. 305: „Ich muss demgemäss an der von Warming behaupteten oder wenigstens zuerst umfangreich und äusserst sorgfältig begründeten und von mir bestätigten Meinung festhalten, dass das Borragoid in seinem Wesen ein Dichasium darstellt, welches sich von dem normalen, verarmten dadurch unterscheidet, dass ein ellipsoid gedehnter Vegetationskegel durch eine Furche in ein Blütenprimordium und einen conjugierten Vegetationskegel zerfällt, und kann der Goebel'schen Vorstellung nicht beipflichten. Wie die Figuren 15—17 auf Taf. VII zeigen, sind die aufeinander senkrechten Furchen bei Inflorescenzen, deren Blütenprimordien lange zögern, ehe sie weitere Organe entwickeln, in so klarer Weise zum Ausdrucke gelangt, als man nur immerhin wünschen kann. Ich habe die Objekte ohne irgend welche Korrektur unter 56facher Vergrösserung mit der Camera lucida bei Oberlicht aufgenommen, und da ich glaube, dass ich durch die Untersuchung viel schwierigerer Gegenstände einige Uebung in der Behandlung derartiger Dinge gewonnen habe, so halte ich eine Täuschung bezüglich des Entwicklungsvorganges nicht wohl für möglich. Bezüglich der weiteren Entwicklung der Einzelborragoide sind zwei Formen zu unterscheiden, je nachdem nämlich die Blüten von Begleitblättern gestützt werden, oder die letzteren fehlen. Jene heissen beblattete, diese nennt man nackte Borragoide. Die beblatteten erzeugen die Begleitblätter vor der Furchung, welche den letzten Vegetationskegel in eine Blüte und einen conjugierten Vegetationskegel zerlegt. Die Furche fällt in die Mediane des letzten Tragblattes und dieser Umstand bewirkt die eigentümliche Thatsache, dass die Blüte gegen ihr eigenes Tragblatt nach hinten verschoben zu sein scheint. In Wirklichkeit tritt eine solche Ortsveränderung nicht ein, die Stellung der Blüte ist vielmehr von Anfang derart, wie sie später wahrgenommen wird, und kann dem ganzen Entwicklungsgange entsprechend nicht anders sein. Die Vorblätter an den successiven Achsen höherer Grade divergieren gegen die bezüglichen Tragblätter immer um 90° und da in ihren Achseln die neuen Vegetationskegel sich zu ellipsoider Form dehnen, um die dann stattfindende Furchung vorzubereiten, so müssen die aufeinander folgenden Furchungen senkrecht stehen. In klarer Uebersichtlichkeit sind diese Verhältnisse nur so lange zu übersehen, als die Primordien noch mit einander im Zusammenhange bleiben; werden sie von einander gelöst, um die Blüten weiter zu entwickeln, so treten die Elemente des Blütenstandes in zwei schwach nach vorn zu convergierende, später vollkommen parallele Reihen auseinander, die auf der Oberseite des Sympodiums befestigt sind. Durch diese Veränderung wird dann der Eindruck hervorgerufen, als ob der Blütenstand eine dorsiventrale Traube sei. Wenn wir nun die Frage aufwerfen, warum bei den beblatteten Borragoiden ein zweites Vorblatt nicht zur Entwicklung gelangt, so kann uns Taf. VII, Fig. 14 eine Antwort auf dieselbe geben. Fassen wir dort den Vegetationskegel v ins Auge, so hat derselbe bereits sein Tragblatt β', welches das Vorblatt des Systems in der Achsel von β darstellt, erhalten. Die Dehnung, welche demnächst in ihm stattfinden wird, vollzieht sich dergestalt, dass die lange Achse senkrecht zu der

Mediane von β' gelegen sein wird. Diese Wachstumsvergrösserung erfolgt einer Dehnung im Blattgrunde von β entsprechend nur nach rechts, d. h. nach dem verschiebbaren Tragblatte hin. Auf der entgegengesetzten Seite wirkt die Terminalblüte wie ein fester Punkt. Wenn schon in dem vorliegenden Falle die Verbindung zwischen ihr und dem sich entwickelnden Vegetationskegel sehr fest ist, so ist in den Einzelborragoiden zur Zeit, wo die Streckung des letzten Vegetationskegels vor sich geht, die Vereinigung noch viel inniger, oft ist dieses Blütenprimord von v nur durch eine Furche gesondert. Jedenfalls legt sich die berührende Kante so eng an die zweitvoraufgehende Blüte an, dass bei einer solchen Konfiguration der Neubildungen für die Ausgliederung eines zweiten Vorblattes α kein Platz zur Verfügung steht. Wenn sich dagegen die successiven Blüten früher über die jüngeren Anlagen hoch erheben, wie dies bei den echten Wickeln der Fall ist, so wird für die kleineren Vegetationskegel an der Basis der Blüten ein Raum geschaffen, in den die beiden Vorblätter hineinwachsen können. Die kugelförmig sich abrundenden Enden der Blütenprimordien drängen nämlich die Tragblätter der Sprosse nächsthöherer Ordnung nach aussen und die auf solche Weise gebildeten Hohlräume unter dem Gipfel werden von dem sich transversal nach beiden Richtungen streckenden Vegetationskegel ausgefüllt; an den Enden der langen Achse desselben erscheinen dann die beiden Vorblätter.

Was die Bildung des Kelches der Borragoidblüten, welche von Begleitblättern gestützt werden, anbetrifft, so entsteht regelmässig das erste Kelchblatt an dem nach der Basis der Inflorescenz zu gelegenen Rande, so zwar, dass es schief gegen das Tragblatt gestellt ist. An diesem Orte müsste, wenn sich das betreffende Primord nicht veränderte, eine Lücke entstehen, weil die auf derselben Seite liegende, zunächst vorausgehende Blüte, indem sie sich vergrössert, das Begleitblatt nach aussen drängt: diese Lücke wird nun in dem Momente, wenn sie erscheint, von dem ersten Kelchblatte eingenommen. Das zweite Kelchblatt entsteht erst dann, wenn sich die Blütenanlage aus dem oft sehr lange bestehenden Verbande mit den jüngeren Primordien gelöst hat, d. h. wenn es sich so weit über dieselben emporgehoben hat, dass Raum genug für die Ausgliederung vorhanden ist. Es tritt immer in die Lücke, die sich zwischen der nächst vorhergehenden Blüte auf der anderen Seite des Borragoids und der folgenden Blüte, die noch keine Blattbildungen zeigt, aufthut. Das dritte Blatt erscheint in dem Raume zwischen dem eigenen Tragblatte und der zweitfolgenden Blüte. Das vierte Blatt und das fünfte treten zwischen s^1 und s^2 auf der einen und zwischen s^1 und s^3 auf der anderen Seite, dabei stellen sie sich in die Lücken zwischen die beiden zunächst vorgehenden und die beiden zunächst folgenden Blüten. Dieses Auftreten geschieht mit vollkommener Regelmässigkeit und bewirkt, wie bereits Goebel auseinandergesetzt hat, die Gegenläufigkeit der Blüten auf beiden Seiten des Borragoids. Eine geringe Modifikation in der Kelchbildung der Borragoidblüten bietet Hyoscyamus. An dieser Pflanze sah ich keine klare Sonderung der Kelchblätter in der ersten Anlage; ich bemerkte vielmehr eine Kragenbildung ohne scharfe Einschnitte, aus der später die Kelchblätter zwar in der geforderten Lage, aber gleichzeitig hervortraten."

Im allgemeinen kann man demnach also sagen, dass die Wickel von Hyoscyamus gegenüber den normalen Wickeln schon im Vegetationspunkte etwas umgestaltet erscheinen, aber so, dass die phylogenetische Entstehung dieses wahrscheinlich aus biologischen Gründen relativ weit umgestalteten Wickels aus einem normalen Wickel durchaus als wahrscheinlich betrachtet werden kann.

Wir wollen nach diesen Auseinandersetzungen die Verzweigung des Sprosssystemes noch weiter ins Auge fassen. Siehe dazu Figur 18. Bei einjährigen kräftigen etwa 1 Meter hohen Pflanzen können schon in den Blattachseln der beiden ersten Laubblätter ganz minimale Zweige auftreten. In den nächstfolgenden Blattachseln werden sie schon etwas kräftiger und es können Blüten zur Entwicklung gelangen. In den untersuchten Fällen stützten jedoch höchstens 6 bis 7 der obersten Blätter der absoluten Hauptachse gut entwickelte Zweige erster Ordnung. Von diesen Zweigen können wie gesagt

nun noch Zweige zweiter Ordnung ausgehen; sie waren nur schwach entwickelt und traten hauptsächlich bei den oberen Zweigen auf (B, C. Fig. 18). Bei kleineren etwa 50 cm hohen Exemplaren beschränkte sich die Verzweigung aus den Laubblattachseln meistens auf ganz dünne und kurze Zweige erster Ordnung, welche nur 2 bis 4 kleine Laubblätter trugen und nicht zur Blütenbildung gelangten, bei noch kleineren Pflanzen auf ganz rudimentäre Zweige. Bezüglich der aus der eventuell aus den obersten Blattachseln stattfindenden kräftigeren Verzweigung werde ich weiter unten nähere Angaben machen. In den folgenden Tabellen II und III habe ich für die einjährige Varietät die statistischen Ergebnisse bezüglich des eben geschilderten Auftretens blütetragender Zweige erster Ordnung niedergelegt, worunter also sowohl die „belaubten Zweige" als auch der oberste, immer als „Blütenzweig" ausgebildete Zweig der absoluten Hauptachse mit einbegriffen sind.

Tabelle II.
(275 Pflanzen umfassend)

Anzahl der Pflanzen	Anzahl der blütetragenden Zweige 1. Ordnung.
189	1
42	2
27	3
8	4
3	5
2	6
4	7

Tabelle III.
(275 Pflanzen umfassend)

Anzahl der Pflanzen	Erster blütetragend. Zweig 1. Ordnung tritt auf in der Achsel des Laubblattes:
3	8
7	9
4	10
9	11
15	12
23	13
41	14
73	15
49	16
43	17
7	18
1	19

Ebenso giebt Tabelle IV für dieselbe Varietät das Auftreten von Zweigen zweiter Ordnung an, die aus den Blattachseln der belaubten Zweige entspringen, ohne in die Bildung der Terminalwickel derselben einzugehen.

Tabelle IV.
(275 Pflanzen umfassend)

Anzahl der Pflanzen	Anzahl der blütetragenden belaubten Zweige zweiter Ordnung.
271	0
2	1
1	2
1	3

Die zweijährige Pflanze ist in ihrem zweiten Lebensjahre (Fig. 2) im allgemeinen stärker entwickelt als die einjährige. Die im ersten Jahre gebildete Blattrosette (Fig. 1), welche auf Pag. 11 besprochen ist, fand ich bei meinem auf dem Frauenberg bei Marburg wachsenden Untersuchungsmaterial schon

am 15. Oktober vollständig abgestorben und beinahe verschwunden. Es werden wie schon gesagt in den Blattachseln der Rosette keine Zweige ausgebildet. Im zweiten Jahre dagegen entspringen bei grösseren Pflanzen aus allen Blattachseln, mit Ausnahme der der an der Basis der Achse dicht zusammenstehenden Blätter, kräftige Zweige erster Ordnung bis zu einer Gesamtmaximalanzahl von 34; diejenigen zweiter Ordnung sind ebenfalls häufiger als bei der einjährigen Varietät, meistens aber hier wie dort nur dünn, obwohl man in der oberen Region auch ziemlich kräftige beobachten kann.

Bei beiden Varietäten sind die untersten Internodien der Hauptachse ziemlich kurz. Man bemerkt bei der einjährigen Varietät gewöhnlich 3 bis 6, bei der zweijährigen im ersten Jahre, wie schon früher gesagt, höchstens 35 bis 40 und im zweiten Jahre 6 bis 14 dicht zusammengerückte untere Blätter. Die oberen Internodien sind dann successiv länger, jedoch nicht in völlig regelmässiger Weise und das oder die allerobersten schliesslich wiederum ganz kurz. Bei den von mir untersuchten kräftigsten Exemplaren gelangten gewöhnlich zunächst 8 bis 15, im Maximum 32 (bei zweijährigen Pflanzen) gestreckte Internodien zur Ausbildung. Es folgten dann 2 ganz kurze, da die Blätter so dicht zusammenrücken, dass die aus ihren Achseln entspringenden Zweige auf ungefähr derselben Höhe stehen (A, B, C Fig. 18). Wir erhalten also hier, da die Hauptachse unmittelbar über diesen Zweigen mit einer Blüte schliesst, eine gabelig aussehende Verzweigung. Von den höchstens 3 so zusammengerückten Zweigen erster Ordnung ist der oberste immer am kräftigsten und kann mehr oder weniger deutlich in der Richtung der absoluten Hauptachse fortwachsen.

Wir wollen diese oberen, ungefähr auf gleicher Höhe stehenden Zweige, gleichviel ob deren 2 oder 3 vorhanden sind, als „Gabelzweige“ bezeichnen. Auch Wydler (1851 Pg. 407 u. a.) gebraucht den Ausdruck „Gabelzweige“, jedoch nur für 2 einander genäherte Zweige.

Ueber das Auftreten von Gabelzweigen sowie über diejenigen Blattachseln, aus denen dieselben entspringen, geben uns die folgenden 2 Tabellen Auskunft; sie beziehen sich nur auf die einjährige Varietät.

Tabelle V.

(275 Pflanzen umfassend).

Obere Verzweigung der Hauptachse.

Zahl der Pflanzen	Zahl der Zweige
189	0
64	2
22	3

Tabelle VI.

Obere Verzweigung 2- oder 3gabelig.

Anzahl der Pflanzen	Der oberste Gabelzweig entspringt aus der Achsel des Blattes:
3	11
6	12
9	13
15	14
20	15
16	16
11	17
5	18
1	19

Bei kleineren, schwächeren Pflanzen können allerdings, wie bei kräftigeren, die 3, zuweilen aber auch nur die 2 obersten Blätter dicht zusammenrücken, während die Verzweigung sehr oft nur aus der obersten Blattachsel eintritt, wobei der Zweig sich dann immer in die Richtung seiner Hauptachse stellt. Im Uebrigen verhält sich ein derartiger Zweig sowie der oder die aus den beiden anderen oberen Blattachseln event. entspringenden, jedoch meistens nur schwach entwickelten Zweige, prinzipiell genau wie der Pg. 12 beschriebene oberste Gabelzweig, beziehungsweise wie die belaubten Zweige kräftiger Pflanzen. In ganz vereinzelten Fällen habe ich bei diesen schwächeren Pflanzen bemerkt, dass die

obersten Zweige alle zu belaubten Zweigen wurden. Von den oben erwähnten, bei meinen kräftigsten Exemplaren vorgefundenen 3 Gabelzweigen habe ich wie gesagt schon den obersten (A. Fig. 18), sich von den beiden anderen etwas abweichend verhaltenden derselben, sowie seine weitere Verzweigung auf Pg. 12 geschildert und davon ein Schema in der Figur 20 entworfen. Es mögen hier nur noch die ausserordentlich starken Variationen in der Anzahl der Blüten des terminalen Wickels des genannten Gabelzweigs Erwähnung finden, wie ich sie bei 275 Pflanzen der einjährigen Varietät beobachtet habe. Die nachstehenden grossen Zahlen geben die Anzahl der Pflanzen, die kleinen die der Blüten an: $1._4$, $1._5$, $1._6$, $7._{10}$, $2._{11}$, $6._{12}$, $6._{13}$, $8._{14}$, $9._{15}$, $12._{16}$, $12._{17}$, $16._{18}$, $10._{19}$, $15._{20}$, $10._{21}$, $5._{22}$, $10._{23}$, $12._{24}$, $13._{25}$, $12._{26}$, $10._{27}$, $4._{28}$, $5._{29}$, $10._{30}$, $7._{31}$, $4._{32}$, $6._{33}$, $8._{34}$, $8._{35}$, $3._{36}$, $3._{37}$, $3._{38}$, $2._{39}$, $3._{40}$, $2._{41}$, $1._{42}$, $5._{43}$, $3._{44}$, $5._{46}$, $1._{47}$, $2._{48}$, $2._{49}$, $2._{51}$, $1._{52}$, $2._{53}$, $1._{55}$, $2._{56}$, $1._{57}$, $1._{59}$.

Verfolgen wir jetzt die Ausbildung der beiden sich ganz gleich verhaltenden anderen Gabelzweige (B, C. Fig. 18). Sie waren immer belaubt, und die Schrauben der Blätter dabei ziemlich oft mit der Blattschraube der Hauptachse homodrom, jedoch auch oft antidrom. Nachdem die beiden Zweige mit einer Terminalblüte zum Abschluss gelangt sind, bildet sich als scheinbare direkte Fortsetzung eines jeden dieser Zweige eine lange Wickelinflorescenz aus. Dieselbe setzt sich, ganz wie bei dem terminalen Wickel des obersten Gabelzweigs, aus successiven Blütenzweigen zusammen. Unterhalb der zweiten Blüte (ersten Blüte des Wickels), welche also einen Zweig zweiter Ordnung der absoluten Hauptachse abschliesst, finden wir meist 2 Blätter, welche etwa 90° mit einander divergieren; es sind diese das noch erhaltene, bald links, bald rechts zur Mediane stehende α-Vorblatt und das hinaufgewachsene Deckblatt des Zweiges. In anderen Fällen ist letzteres allein in der genannten Region vorhanden, weil dann das α-Vorblatt schon hier, wie bei allen folgenden successiven Gliedern des Wickels, vollständig unterdrückt worden ist. Im Uebrigen geschieht der Aufbau der Inflorescenz in allen Punkten genau so, wie es bei dem terminalen Wickel des obersten Gabelzweigs Pg. 12 ausführlich beschrieben worden ist.

Alle anderen belaubten Zweige verhalten sich nun im Prinzip vollkommen übereinstimmend mit den beiden hier geschilderten belaubten Gabelzweigen. Diese letzteren können sich, wie ich es bei der zweijährigen Varietät beobachtet habe, zuletzt 2gabelig verzweigen, ehe es zu Inflorescenzbildung kommt. Wenn das geschieht, verhalten sich die belaubten Gabelzweige genau wie die absolute Hauptachse, sowohl bezüglich des Zusammenrückens der drei obersten Blätter als auch bezüglich der verschiedenen Ausbildung, welche die Achselzweige der zwei obersten dieser Blätter erfahren. Der eine nämlich ist immer ein Blütenzweig, der andere dagegen ein belaubter Zweig, und beide verhalten sich in ihren weiteren, zur Bildung einer Wickelinflorescenz führenden Verzweigungen ganz so, wie wir es bei dem obersten Gabelzweig Pg. 12, bezw. bei den belaubten Gabelzweigen oben gesehen haben.

Zuletzt mögen hier noch ein paar statistische Daten Platz finden, welche sich wie die vorhergehenden auf die einjährige Varietät beziehen. Tabelle VII zeigt uns bei den an 275 Pflanzen (aus dem hiesigen bot. Garten stammend) vorgefundenen belaubten Gabelzweigen die ziemlich grosse Uebereinstimmung in der Anzahl der Blätter vor der Terminalblüte; ich habe, wie aus der Tabelle ersichtlich, am häufigsten deren 5 beobachtet.

Tabelle VII.

Belaubte Gabelzweige.

Gabelzweig I (von unten)		Gabelzweig II	
Anzahl der Pflanzen	Anzahl der Blätter vor der Terminalblüte	Anzahl der Pflanzen	Anzahl der Blätter vor der Terminalblüte
66	5	19	5
5	6	1	6
3	7	1	7
11	8	1	8
1	9		

Von der grossen Variabilität in der Gesamtzahl der Blüten, der den belaubten Gabelzweigen der Tabelle VII angehörenden Wickelinflorescenzen geben uns die folgenden Zahlen eine Vorstellung; die grossen Zahlen geben die Anzahl der Pflanzen, die kleinen die der Blüten an.

Wickel des belaubten Gabelzweigs I (von unten): $1_{.4}$, $2_{.6}$, $1_{.7}$, $2_{.8}$, $4_{.9}$, $4_{.10}$, $2_{.11}$, $4_{.12}$, $2_{.13}$, $2_{.14}$, $9_{.15}$, $3_{.16}$, $3_{.17}$, $3_{.18}$, $3_{.19}$, $3_{.20}$, $2_{.21}$, $2_{.22}$, $1_{.23}$, $1_{.24}$, $3_{.25}$, $3_{.26}$, $3_{.27}$, $2_{.28}$, $5_{.29}$, $1_{.31}$, $2_{.32}$, $1_{.34}$, $1_{.35}$, $2_{.36}$, $1_{.37}$, $1_{.38}$, $2_{.39}$, $1_{.40}$, $2_{.41}$, $1_{.42}$, $1_{.45}$.

Wickel des belaubten Gabelzweigs II: $1_{.14}$, $1_{.15}$, $2_{.17}$, $1_{.18}$, $1_{.19}$, $2_{.20}$, $1_{.22}$, $1_{.23}$, $3_{.24}$, $1_{.25}$, $2_{.26}$, $1_{.28}$, $1_{.30}$, $1_{.31}$, $1_{.33}$, $2_{.37}$.

IV. Morphologie und Anatomie der Achse.

Die absolute Hauptachse sowie ihre Zweige sind ungefähr von cylindrischer Form, grün gefärbt, klebrig und zottig behaart. Der Durchmesser der Hauptachse betrug bei meinen kräftigsten Exemplaren 2 cm, der der Zweige im Maximum 0,7 cm. Die Maximallänge der absoluten Hauptachse war etwa 60 cm; sie wird oft von der der seitlichen Sympodien übertroffen, hauptsächlich von der der oberen gabelförmig ausgehenden. Eines derselben, welches eventuell in der Richtung der Hauptachse fortwächst, besass ebenfalls eine Maximallänge von 60 cm; die anderen erreichten höchstens 45 cm. Die genannten Grössenverhältnisse stimmten bei den beiden Varietäten (⊙, ⊙) ungefähr überein. Die Höhe der ganzen Pflanze, von der Insertionsstelle der Keimblätter bis zum Gipfel des obersten Sympodiums gemessen, betrug im Maximum 1,15 Meter. Ueber die Anzahl der Laubblätter der Achse sowie über die Stellungsverhältnisse derselben ist im vorhergehenden Kapitel bereits Auskunft gegeben. Quergeschnitten zeigen die Achsen dem unbewaffneten Auge eine dünne Rinde, einen breiten gelbgefärbten Holzring, nach innen zu von einer helleren schmalen (die inneren Siebteile und Sklerenchymfasern enthaltenden) Zone begrenzt, und schliesslich das sehr grosse weisse Mark. Letzteres kann sowohl die Hauptachse wie die Zweige vollständig oder nur teilweise einbüssen, wodurch sie mehr oder weniger hohl erscheinen.

A. Primärer Bau der Achse.

Während der Keimling noch im Samen eingeschlossen liegt, sind noch keine Blattanlagen an der epicotylen Achsenanlage entwickelt, sondern es lässt sich nur der in der Richtung der Mediane des Keimblattes etwas zusammengedrückte kleine Vegetationspunkt erkennen. Nur ziemlich nahe am Vegetationspunkte vermag man den primären Bau der epicotylen Achse des weiter entwickelten Keimpflänzchens aufzufinden. Untersuchen wir z. B. eine kleine Pflanze der einjährigen Varietät, welche erst ca. 4 bis 5 wohl entwickelte Laubblätter trägt, die wegen der noch ganz kurzen Internodien ungefähr auf derselben Höhe stehen, so finden wir nur in ziemlich geringer Entfernung von der Spitze, also etwa kurz unterhalb des fünften Blattes, eine kleine Region, welche noch die Elemente in primärer Anordnung zeigt. Ein Querschnitt zeigt eine Aussenrinde, aus einer schon Haare tragenden Epidermis und ca. 7 Reihen mit grossen Intercellularen versehener Parenchymzellen bestehend. Man sieht nur sehr geringe kollenchymatische Verdickung der äusseren Reihen dieses Parenchyms auftreten. Der Leitbündelcylinder ist von der Aussenrinde nicht scharf abgegrenzt. Es tritt keine lückenlos schliessende Cylinderscheide auf; wir bemerken nur, dass ein Paar von den den äusseren Siebteilen nach aussen zu am nächsten liegenden Parenchymreihen sehr viel mehr Stärke führen als die anderen ausserhalb dieser Zone liegenden Zellen. Im Leitbündelcylinder finden wir eine breite ringsum geschlossene Zone meristematischer Zellen, welche noch an keiner Stelle eine radiale Anordnung aufweisen. In dieser Zone liegen bicollaterale Leitbündel, deren äussere Siebteile ungefähr doppelt so weit von den Tracheen-

teilen entfernt sind wie die inneren, welche bezüglich der Zahl ihrer Elemente die äusseren etwas übertreffen. An einzelnen Stellen beobachtet man Siebteile, denen gegenüber Tracheenteile noch nicht zur Ausbildung gelangt sind. Nach Petersen (1882, Pg. 383) und Solereder (Syst. An. Pg. 655) sind bicollaterale Leitbündel ein durchgehendes Merkmal der Solanaceen. Die ganze Mitte der Achse nimmt ein grosszelliges, reich durchlüftetes, stärkeführendes Mark ein. Schneiden wir jetzt ein klein wenig tiefer die Achse durch, etwa direkt oberhalb des vierten Laubblattes, so sehen wir zunächst, dass die kollenchymatische Verdickung der Aussenrinde weiter fortgeschritten ist, und dass die inneren Siebstränge sich im Gegensatz zu den äusseren vergrössert haben. Die Vergrösserung der inneren Siebstränge durch neu hinzugekommene Elemente schreitet eine Zeit lang weiter fort. Bei der Besprechung des inneren Phloëms der sekundär verdickten Achse wird sie näher berücksichtigt werden. Die wichtigste Veränderung ist jedoch in der meristematischen Zone eingetreten. Ein ringsum geschlossenes Reihenkambium ist in dem äusseren Teil dieser Zone zu erkennen. Zur selben Zeit haben die ausserhalb der ursprünglichen Tracheenteile liegenden Meristemzellen einige neue Tracheen erzeugt und zwar nicht immer in direktem Anschluss an die schon vorhandenen, sondern die neu hinzugekommenen Tracheen sind oft durch einige Parenchymzellen von den früheren getrennt. Daraus erklärt sich das bei der sekundär verdickten Achse zu besprechende Vorkommen von nach innen zu ganz isoliert liegenden Spiraltracheen, welche später zu falschen Annahmen bezüglich der Bicollateralität der Gefässbündel führen können, weil sie dem Beobachter leicht entgehen können (vgl. hierzu die Bemerkung Petersens [1882, Pg. 383]). Nach den Seiten zu sind gleichzeitig neue Sieb- und Tracheenteile hinzugekommen, und wir haben nun einen Ring von Leitbündeln vor uns, deren Tracheen nicht in radiären Reihen angeordnet sind, sondern ganz regellos stehen und zwischen denen meistens etwas Parenchym liegt. In diesem Kreise, wo die Tracheen nur in 1 bis 3 Schichten gelagert sind, ist es nicht mehr möglich, die einzelnen Gefässbündel zu unterscheiden, und, wenn wir das oben Gesagte berücksichtigen, liegt es in der Natur der Sache, dass eigentliche Markstrahlen erst bei der Entstehung des Kambiums und der Thätigkeit desselben hervortreten können. Von sogenannten primären Markstrahlen im strengen Sinne des Wortes kann also nicht die Rede sein. Die vom Kambium gebildeten „grossen Markstrahlen" setzen sich nach innen zu an das zwischen den primären Tracheen liegende Parenchym an. Verdickte primäre Sklerenchymfasern, welche die inneren und äusseren Siebteile später begleiten, habe ich erst nach begonnener Thätigkeit des Kambiums beobachtet. Diese Thätigkeit beginnt, sobald die Internodien sich nur ein ganz klein wenig gestreckt haben, und führt also bei Hyoscyamus sehr früh zur definitiven sekundären Ausbildung der Achse, wie es auch von Tschirch angegeben wird (Anat. Atl. Pg. 168).

B. Sekundärer Bau der Achse.

Ein Querschnitt zeigt uns von dem primären Baue noch die ganze primäre Rinde, deren Siebstränge bisweilen obliteriert erscheinen, ferner die primären Tracheenteile und von diesen durch Parenchym getrennt die inneren primären Siebstränge, deren Elemente stark vermehrt sind. In der Mitte der Achse ist in den meisten Fällen das Mark nicht mehr aufzufinden, sondern es befindet sich hier jetzt eine Markhöhle. Sowohl die äusseren wie die inneren Siebteile zeigen jetzt an ihrer Aussen- bezw. Innenseite Sklerenchymfasern. Als vom Kambium gebildete neue Gewebe beobachtet man sekundäre Holz- und Rindenstränge samt Markstrahlen.

Bezüglich der folgenden anatomischen Spezialuntersuchungen mache ich darauf aufmerksam, dass die Angaben sich sowohl auf die Hauptachse wie auf die Zweige der ein- und zweijährigen Varietät beziehen, wenn nicht ausdrücklich etwas anderes hervorgehoben wird, und dass die Untersuchungen mit sehr kräftigen, ungefähr 1 Meter hohen, Ende Juli eingesammelten Pflanzen, unternommen wurden.

I. Die Aussenrinde.

Die Epidermiszellen sind tafelförmig und sehr stark längsgestreckt; ausserdem sind die Aussen-

wände ein wenig vorgewölbt (Fig. 24 und 25). Die Länge der Zellen schwankt zwischen 47 und 253 μ, die radiale Breite zwischen 16 und 55 μ und die tangentiale zwischen 16 und 90 μ. Die Aussen- sowie die Innenwände besitzen, im Gegensatz zu denen der meisten anderen Solanaceen (Schlepegrell 1892, Pg. 5), sehr starke Wandverdickungen, die jedoch bei den ersteren am kräftigsten auftreten. Eine glatte Kutikula verläuft über die Aussenwände hinweg. An den Seitenwänden, und in geringerer Anzahl an den Innenwänden befinden sich grosse, ellipsenförmige, quergestellte Tüpfel (Fig. 24 und 25). Sämtliche Wände färben sich mit Chlorzinkjod oder Jod-Jodkalium und Schwefelsäure violett bezw. blau, mit Ausnahme der Kutikula und einer inneren, dünnen, das Lumen auskleidenden Lamelle, welche von diesen beiden Reagentien gelb gefärbt wird. Diese dünne Lamelle wird von conc. Schwefelsäure und conc. Chromsäurelösung (1 + 1) gleichzeitig mit den übrigen Wandteilen gelöst und bleibt mit Phloroglucin und Salzsäure oder Anil. hydrochlor. ungefärbt. Man findet in die Epidermis Haare und Stomata eingefügt. Die Haare sind entweder einfache plasmaführende Haare oder Drüsenhaare, beide genau derselben Art wie diejenigen des Laubblattes, wo wir sie eingehender beschrieben finden werden. Sie sind hier an der Achse in einer Anzahl von etwa 16 bis 20 auf einem □ mm vorhanden. Die Stomata, welche in einer Anzahl von 5 bis 7 auf einem □ mm auftreten, werden von 3 bis 4 Nebenzellen umgeben, die in ihrem Bau den übrigen Epidermiszellen gleichen. Die Schliesszellen sind ein klein wenig über die Oberfläche gehoben und die Stomata communicieren mit grossen subepidermalen Lufträumen. Die Kutikula der Epidermis läuft in den Spalt hinein und kleidet ihn sowie teilweise die Atemhöhle aus (Fig. 25). Erwähnenswert ist es noch, dass wir, auch an älteren Achsen, Stomata vorfinden, die in ihrer Entwicklung stehen geblieben sind.

Peridermbildung tritt weder in der Epidermis, wie Fedde (1896, Pg. 6) dies für Solanum Dulcamara, Datura u. a. angiebt, noch innerhalb des Rindenparenchyms, wie bei Belladonna (Schlepegrell 1892, Nr. 15, Pg. 34), auf. Hyoscyamus niger verhält sich also in dieser Beziehung wie Nicotiana Tabacum L. (de Toni und Paoletti 1891, Pg. 45).

Der unterhalb der Epidermis liegende Teil der Aussenrinde ist ziemlich breit, bei der Hauptachse etwa 9 bis 12 Zellschichten und gehört in anatomischer Beziehung dem Typus an, welchen Vesque (1875, Pg. 106) für die Malvoideae und einzelne Solanaceae wie Datura Stramonium, Lycopersicum esculentum, Vestia bycioïdes u. a. in Bezug auf die primäre Rinde angiebt; demgemäss sind ihre Elemente von aussen nach innen zu folgendermassen angeordnet: a. Grünes Parenchym, b. Kollenchym, c. Ungefärbtes Parenchym. Das grüne, Chloroplasten und Stärke führende Parenchym beschränkt sich auf eine unter der Epidermis liegende Schicht (Fig. 25). Sie besteht aus Zellen, die im Querschnitt erheblich kleiner sind als die übrigen Zellen der Aussenrinde. Die Zellen sind längsgestreckt und bis 8-mal so lang als breit, dabei zuweilen auch etwas tangential verbreitert, zuweilen im Querschnitt mehr abgerundet und gegen die Epidermis zu kleine Intercellularen zeigend. Bei der Färbung mit Chlorzinkjod sieht man durch das Hervortreten der weisslichen Mittellamelle, dass die Wände dieser Zellen ziemlich dünn sind.

Es folgen jetzt einige Schichten Kollenchym, wovon die erste an manchen Stellen durch grosse Lufträume von den chlorophyllführenden Zellen getrennt ist (Fig. 25 Lr.). Besonders grosse Lufträume finden sich in der Nähe der Atemhöhlen der Stomata. Die Dicke der Kollenchymlage variiert selbstredend mit der Dicke der Achse; gewöhnlich findet man 6 bis 10 Zelllagen. Fedde (1896, Pg. 13) nennt 9 Schichten bei Nicotiana Tabacum „sehr viel“ für die Solanaceae; Capsicum hat nach demselben Autor (l. c.) ein bis zwei Zelllagen. Das Kollenchym ist prosenschymatisch (Ambronn) und zwar sehr langgestreckt, gekammert und mit spitz zulaufenden Enden (Fig. 26) versehen. Ich habe bis 10 auf einander stehende Zellen (Kammern) beobachtet, deren Gesamtlänge 2093 μ betrug. Die Länge der einzelnen Kammern variierte nicht allzu sehr, von 84 bis 265 μ; kürzere und längere Kammern stehen regellos über einander. Die queren Kammerwände sind, wie meistens, ganz dünn geblieben und

stehen entweder horizontal oder schief, am häufigsten jedoch horizontal oder fast horizontal. Man kann sich von diesen Verhältnissen entweder direkt an feinen Längsschnitten überzeugen oder an Schnitten, die zunächst auf einem Objektträger mit etwas Kalilauge erhitzt und dann zerzupft worden sind. Die Verdickungsleisten der Zellen können sehr oft nicht nur die Ecken einnehmen, sondern sich sogar weit ausdehnen, dass nur ganz schmale unverdickte Partien übrig bleiben. Diese dünnen Partien sind mit kleinen rundlichen oder etwas quergestreckten Tüpfeln versehen und bilden somit eine Ausnahme von der allgemeinen Regel, nach der prosenchymatische Kollenchymzellen longitudinal gestellte Tüpfel besitzen sollen (Ambronn Pg. 512). Besonders bei den inneren Reihen des Kollenchyms tritt die Verdickung der Ecken zurück, und eine mehr allgemeine Wandverdickung findet statt. Derartige Zellen besitzen sehr viel grössere, quergestellte Tüpfel als die eben besprochenen, und ihre Seitenwände können deshalb längs durchgeschnitten knotenartige Verdickungen, wie diejenige des Markparenchyms (Fig. 27) aufweisen. Das Kollenchym ist bei Hyoscyamus, was ja durchaus nicht allgemein ist, reichlich durchlüftet. Es besitzt schizogen entstandene Intercellularen, die manchmal noch grösser als die Lumina erscheinen. Derartige bedeutende Intercellularen kommen auch nach Schlepegrell (1892, Pg. 5 und 34 Nr. 14 und 15) bei Datura Stramonium und Nicotiana rustica vor. Fügen wir zu einem Querschnitte Chlorzinkjod hinzu, so färben sich die dicken Wände tief violett und die Schichtung tritt deutlich hervor (Fig. 28); wir beobachten ferner, wie die Mittellamellen, die fast ungefärbt bleiben, strahlenförmig gegen die Intercellularen hin verlaufen. Das Lumen ist jetzt durch die Verdickung mehr oder weniger unregelmässig geworden und ist eben so wie die Intercellularen von einer Lamelle derselben Art, wie sie bei den Epidermiszellen vorkommt, ausgekleidet. Eine derartige Lamelle können wir bei allen etwas dickwandigen Parenchymzellen beobachten.

Der innerhalb des Kollenchymringes liegende Teil der Aussenrinde besteht aus 2 bis 3 Reihen meist dünnwandiger, parenchymatischer, im Querschnitt abgerundeter, etwas tangential gestreckter und mit grösseren oder kleineren Intercellularen versehener Zellen, welche längsgeschnitten meistens beinahe isodiametrisch, manchmal bis 3-mal so lang als breit sind. Die Horizontalwände bleiben immer ganz dünn, die Seitenwände dagegen können sich bei dickeren Achsen etwas verdicken und tragen einfache rundliche oder elliptische Tüpfel.

Calciumoxalatkrystalle von der bei der Wurzel angegebenen Form (Fig. 9) und Grösse habe ich in diesem Parenchym vorgefunden, und zwar liegen die Krystalle in Zellen genau derselben Art wie die umgebenden. Zuweilen sind die Zellen ganz vollgefüllt von Oxalat und erscheinen dann wegen der zwischen den Krystallen befindlichen Luft schwarz. Zuweilen liegen nur wenige Krystalle in einer Zelle. Nach den Angaben Feddes (1896, Pg. 31) findet sich Krystallsand auch bei Datura und Atropa Belladonna. Die zwei innersten Zellreihen führen meistens Stärke; bei jüngeren Stengelteilen habe ich sie wie Schlepegrell (1892, Pg. 7) auf einen einzelligen Ring beschränkt gefunden. Die Stärkekörner gleichen denjenigen der Wurzel (Fig. 8), sind aber zum grössten Teil sehr klein; die Maximallänge war 6 μ, in den meisten Fällen jedoch erreichen sie nur 1,5 bis 4 μ.

2. Die Innenrinde (Definition siehe Meyer Drogenkunde II Pg. 35 bis 41 incl.)

Die Innenrinde beginnt aussen mit einer zwei- bis vierschichtigen Zelllage (Pericykel, Solereder 1899, Pg. 657), die zum Teil aus sklerotischen Elementen besteht; die letzteren wollen wir „äussere Sklerenchymfasern“ nennen. Der nicht sklerotisierte Teil (prc. Fig. 29) setzt sich aus im Querschnitt etwas tangentialgestrecktem, oft ziemlich reich durchlüftetem Parenchym zusammen. Die Längenausdehnung der Zellen übersteigt etwa 3- bis 6-mal diejenige der Breite. Die Seitenwände verdicken sich manchmal bei dickeren Achsen ganz erheblich und besitzen grosse, rundliche bis ellipsenförmige Tüpfel. Dagegen bleiben die horizontalen Wände immer ziemlich dünn, ebenso die Seitenwände bei ganz dünnen Achsen. Ausser den oben genannten äusseren Sklerenchymfasern giebt es innerhalb des sekundären

Holzes Siebstränge der primären bicollateralen Bündel, welche nach innen zu von Sklerenchymfasern begleitet werden, die wir hier einfach als innere Sklerenchymfasern bezeichnen wollen. Die inneren und äusseren Sklerenchymfasern gingen aus dem Urmeristem hervor und wurden nicht vom Kambium aus gebildet. Betrachten wir die quer durchgeschnittenen Fasern, so ergiebt sich, dass sie, was die Form angeht, im allgemeinen mit dem umgebenden Parenchym übereinstimmen. Die äusseren sind z. B. manchmal tangential gestreckt (Fig. 29 sk), und wir finden hier durchschnittlich weitere Elemente als bei den inneren. Die Menge der äusseren Sklerenchymfasern ist nicht nennenswert grösser als die der inneren, im Gegensatz zu der sonst bei den Solanaceen geltenden Regel (Schlepegrell 1892, Nr. 14, Pg. 6). Oft liegen die Sklerenchymfasern nur in einer einzigen Reihe, in anderen Fällen in 2 bis 3 Schichten, niemals aber bilden sie einen geschlossenen Ring. Die inneren Sklerenchymfasern besitzen im Querschnitt meistens eine rundliche Form (Fig. 30), wo aber mehrere zusammen liegen, platten sie sich wie gewöhnlich etwas gegen einander ab; sie können vereinzelt, oder in Gruppen von höchstens 13—14 neben einander liegen. Die Sklerenchymfasern stehen entweder isoliert oder zu mehreren über einander. Die meisten Fasern sind von typischer Form und Ausstattung (Fig. 13 b), wenige besitzen meisselförmige oder gegabelte Enden (Fig. 13 c, d), oder haben senkrecht zur Längsachse gestellte Endwände. Ziemlich oft stehen die schmalen Tüpfel senkrecht oder nur ein wenig geneigt. Die Oberfläche der Fasern ist meist glatt, zeigt aber zuweilen eine wellige Kontur, die hervorgebracht ist durch die Anschmiegung der Fasern an das umliegende Parenchym. Die Innenseite der Wände kann ebenfalls diese wellige Kontur annehmen (Fig. 31). Die Länge der einzelnen Elemente variiert bei der Hauptachse und den dickeren Zweigen von 220 μ bis 5 mm, die meisten sind wohl 500 bis 1200 μ lang. Bei den dünneren Zweigen variiert die Länge von 127 μ bis 3,5 mm, und die Durchschnittslänge beträgt hier 300 bis 600 μ. Die Breite variiert, nach der grössten Querachse gemessen, bei den erstgenannten Organen von 9 bis 50 μ, bei den letzteren von 9 bis 40 μ. Die Wanddicke beträgt 2,5 bis 6,5 μ und wird von der Lumenweite der im Querschnitt isodiametrischen Fasern um das 2- bis 3- ja sogar um das 6-fache übertroffen. Bei Fasern geringer Breite kann das Lumen fast ganz verschwinden. Alle Sklerenchymfasern geben mit den gewöhnlichen Holzreagentien (Phloroglucin und HCl oder Anil. hydrochlor) eine rote bezw. gelbe Färbung, am kräftigsten jedoch die inneren. Die Verholzung überhaupt ist aber, wie Fedde (1896, Pg. 14) ebenfalls bei den von ihm untersuchten Solanaceen konstatiert hat, keineswegs eine intensive. Chlorzinkjod ruft zwar eine Gelbfärbung hervor, aber sie tritt oft gegenüber einer gleichzeitig auftretenden Violettfärbung stark zurück. Der sekundäre Teil der Innenrinde ist sehr schmal und setzt sich aus parenchymatischen Markstrahlen und Rindensträngen, welche Siebröhre, Geleitzellen und Sieb- sowie Rindenstrangsparenchym enthalten, zusammen. Die Siebstränge bilden, im Querschnitt gesehen, sehr deutlich hervortretende grössere und kleinere Nester. Der feinere anatomische Bau der Siebröhren und der Geleitzellen lässt sich am besten nach vorhergehender Färbung mit Jodlösung untersuchen. Die Siebröhren (Fig 32) besitzen schräg oder gerade stehende Siebplatten, welche aber immer nur ein Siebfeld aufzuweisen haben. Die Seitenwände tragen ziemlich reichlich Siebfelder von meistens rundlicher Form, deren Perforationen von derselben Dicke sind wie diejenigen der Querwände. Die Wände zwischen benachbarten Siebröhren und zwischen Siebröhren und Siebparenchym sind relativ dick, wo dagegen die Siebröhren mit Geleitzellen zusammenstossen, sind sie gewöhnlich bedeutend dünner. Schliesslich ist noch zu bemerken, dass die Länge der Geleitzellen mit der der Siebröhrenglieder übereinstimmt.

Das Parenchym wird aus 2- bis 6-mal so langen als breiten Zellen mit ziemlich dicken Wänden und grossen rundlichen bis länglichen Tüpfeln gebildet.

3. Das Kambium.

Es waren bei meinem Material nur ganz wenige Reihen von Kambiumzellen aufzufinden. Sie

sind von derselben Gestalt wie diejenigen der Wurzel (Fig. 10), dabei 110—380 μ lang, und ihre radialen Wände zeigen im Herbst eine ziemlich starke Verdickung.

4. Das Holz.

Der Holzkörper entwickelt sich gleichmässig und besitzt daher etwa die Gestalt eines Cylinders im Gegensatz zum Holzkörper anderer Solanaceen wie Solanum Dulcamara, Physalis Alkekengi, bei welchem die Entwicklung vorzugsweise nach 3 Richtungen hin stattfindet (Schlepegrell 1892, Pg. 7). Nach innen zu ist das Holz bei Hyoscyamus nicht scharf abgegrenzt. Einige primäre Tracheen schieben sich etwas vor und sind von Parenchym umgeben; sie werden weiter unten näher ins Auge gefasst werden. Die Holzstränge setzen sich nur aus Tracheen und Sklerenchymfasern zusammen, und zwar bilden die letzteren die Hauptmasse des Holzes, in welcher dann die Tracheen zerstreut liegen; am dichtesten sind dieselben im innersten Teil gelagert, wo sie einen lockeren Ring bilden. Es kommen dreierlei Arten von Tracheen vor: Spiral-, Netz- und Tüpfelgefässe. Am weitesten nach innen zu treffen wir wie gesagt Spiralgefässe, die isoliert im Parenchym zwischen dem eigentlichen Holzring und den inneren Siebteilen liegen (hr Fig. 30). Es sind dies die Erstlingstracheen; ihre Verdickungsleisten sind steil und weit, und die spiralige Verdickung geht oft in die ringförmige über, auch können zwei parallel laufende Spiralbänder in einem Gefäss auftreten. Die Wandung zwischen den Verdickungsleisten ist dünn und an diesen Stellen, wie häufig bei primären Tracheen, oft wellig eingebuchtet. Dass diese Spiraltracheen isoliert im Parenchym liegen, kommt auf die von Petersen (1882, Pg. 383) für Datura Bertolonii u. a. folgendermassen beschriebene Weise zu stande: „Die Gefässbündel einiger dickstengeliger Pflanzen haben eine starke Neigung zur Ausdehnung und darauf folgenden Teilung in dem saftführenden Parenchym, das zwischen und innerhalb ihrer erst gebildeten Tracheen sich findet; das so entstandene Gewebe wird oft sehr grosszellig und die Spiraltracheen werden weit von einander getrennt und können zumal wenn sie dünnwandig sind, in dem markähnlichen Gewebe, worin sie liegen, leicht übersehen werden."

Von innen nach aussen zu folgen jetzt im eigentlichen Holzring die verschiedenen Tracheenformen folgendermassen: Zuerst wenige ziemlich weite Spiraltracheen, dann ebenfalls nur wenige netzförmig verdickte Gefässe (Fig. 11 b, d), dann Uebergangsformen zwischen diesen und hofgetüpfelten Gefässen (Fig. 12 c) und schliesslich typische Hoftüpfelgefässe (Fig. 12 a), welche die Hauptmenge der Tracheen bilden. Es mag bemerkt werden, dass überall, wo diese Hoftüpfelgefässe mit Sklerenchymfasern oder Markstrahlparenchym zusammenstossen, die Hoftüpfel an der Gefässwand erhalten bleiben. Die Durchbrechung der Querwände der Gefässe ist immer einfach; es bildet sich, auch wenn die Querwände schräg stehen, nur eine grosse Perforation aus, wobei nur ein Rand von der Zwischenwand stehen bleibt. Die Gefässe liegen teilweise einzeln, am häufigsten aber in Gruppen von 2 bis 10 Elementen zusammen und zeigen dann, den allerinnersten Teil des Holzringes ausgenommen, meist radiale Anordnung. Die Gefässe besitzen bei dickeren Achsen eine Weite von 18 μ bis 75 μ (nach der grössten Querachse gemessen), meistens sind sie 36 bis 48 μ weit; bei dünneren Achsen 18 bis 64 μ, meistens 31 bis 42 μ; die weitesten liegen in der inneren Hälfte des Holzes. Die Länge der Gefässglieder beträgt 200 bis 900 μ.

Thyllenbildung habe ich bei Hyoscyamus niger nirgends beobachtet. Fedde (1896, Pg. 21) hat bei seinen sehr viele Arten der verschiedensten Solanaceen-Gattungen umfassenden Untersuchungen ebenfalls keine gefunden. Wie ich schon gesagt habe, besteht die Hauptmenge des Holzes von Hyoscyamus niger aus Sklerenchymfasern. Fedde (1896, Pg. 24) hat ein ähnliches Verhalten nur bei den Nicandreae und Hyoscyameae bemerkt; sonst besteht nach demselben Autor (l. c.) das „Holzprosenchym" bei den übrigen Solanaceen-Gattungen vorherrschend aus Fasertracheïden. Die Sklerenchymfasern gleichen im allgemeinen denen des Wurzelholzes (Fig. 13 a, b, c, d.). Einige besonders auffallende unregelmässige

Formen sind in der Fig. 33 dargestellt. Zuweilen besitzen die Fasern eine wellige Kontur, besonders wo sie mit Markstrahlparenchym zusammenstossen (Fig. 31 und 33 z). Die schiefgestellten spaltenförmigen Tüpfel sind gewöhnlich spärlicher und kleiner als diejenigen des Sklerenchyms des Wurzelholzes; einige erscheinen fast rund. Nur äusserst selten habe ich beobachtet, dass einzelne von den Sklerenchymfasern mehr oder weniger deutliche schiefe Hoftüpfel tragen d. h. sich als Fasertracheïden ausbildeten; aber derartige Fälle kommen wegen ihrer Seltenheit als anatomisches Merkmal kaum in Betracht.

Die Wanddicke der Sklerenchymfasern ist, wie im allgemeinen bei den Solanaceen (Solereder S. An., Pg. 656) nie beträchtlich. Sie variiert bei den Hauptachsen von 2,5 bis 4 μ (selten jedoch über 3 μ) und bei den dünneren Nebenachsen von 2 bis 3 μ. Die Lumenweite übertrifft in den meisten Fällen die Wanddicke um das zwei- bis sechsfache, zuweilen auch etwas mehr. Bei den engsten Fasern jedoch kann das Lumen fast völlig verschwinden. Die Sklerenchymfasern besitzen eine Weite von 10 bis 37 μ und eine Länge von 192 μ bis 2,5 mm; die meisten sind nicht über 700 μ lang. Aus diesen Grössenverhältnissen im Vergleich mit denjenigen der Kambiumzellen kann man schliessen, dass die Sklerenchymfasern, aller Wahrscheinlichkeit nach, aus einer Kambiumzelle hervorgegangen sind. Die Fasern geben mit den gewöhnlichen Holzreagentien Holzreaktion.

Holzparenchym habe ich bei Hyoscyamus nicht vorgefunden; es ist ja überhaupt bei der Solanaceenachse im allgemeinen nur sehr schwach entwickelt (Solereder S. An. Pg. 656).

5. Das Leitbündelparenchym.

An der Innengrenze des nicht scharf abgegrenzten Holzringes liegen in geringer Anzahl parenchymatische verholzte Zellen, welche mehr oder weniger die äussersten Gefässe umschliessen können. Sie stehen mit dem zwischen dem Holzring und den inneren Siebsträngen befindlichen, einige primäre Gefässe enthaltenden, unverholzten Parenchymgewebe in Verbindung und stimmten im anatomischen Bau vollständig mit ihm überein. Wir wollen dies gesamte Gewebe sowie dasjenige zwischen den inneren Siebteilen und den inneren Sklerenchymfasern mit dem Namen „Leitbündelparenchym“ belegen, nicht aber, — wie es Schlepegrell bei seiner Besprechung des Xylems der Solanaceen thut – , den Ausdruck Holzparenchym als Bezeichnung gewisser der erwähnten Parenchymgewebepartien anwenden, um so weniger als dieselben bei Hyoscyamus nicht aus dem Kambium hervorgegangen sind. Schlepegrell sagt (1892 Nr. 14 Pg. 7) folgendes: „Bei manchen Arten lassen sich die primären Gefässbündel noch deutlich erkennen, indem sie ziemlich weit auseinander liegen und nur durch einen schmalen Streifen Holzparenchym verbunden sind (Physochlaina physaloides, Lycopersicum esculentum, Scopolia atropoides).“

Die Leitbündelparenchymzellen (lbp. Fig. 30) sind quergeschnitten rundlich, dabei etwa 3—4 Mal so lang als breit; sie führen oft nur wenige und kleine Intercellularen zwischen sich und besitzen durchweg dünnere Wände als die Hauptmenge der Markzellen, denen sie sonst in der Ausstattung der Wände gleichen. Bei den Nebenachsen sind dieselben Modifikationen zu bemerken wie ich sie bei den Zellen des Marks weiter unten erwähnen werde Das Leitbündelparenchym führte bei meinem Material geringe Mengen zusammengesetzter Stärkekörner von derselben Art wie bei der Wurzel (Fig. 8); ebenfalls vereinzelte kleine Oxalatkryställchen, nicht aber grössere Krystallsand-Mengen wie die Zellen des Markes.

6. Das innere Phloëm.

Die Siebstränge des inneren Phloëms gehören alle den Leitbündeln an. Wirklich markständige Leptomgruppen wie bei Solanum tuberosum, S. Dulcamara und Datura Species (De Bary 1877, Pg. 352 und 242), Nicandra physaloides (Petersen 1882, Pg. 383) und Nicotiana Tabacum (De Tomi und Paoletti 1891, Pg. 44) habe ich bei Hyoscyamus niger niemals beobachtet.

Die inneren Siebstränge (sb Fig. 30) treten in Form von kleineren oder grösseren Inseln auf und bilden also hier keinen geschlossenen Ring wie sonst oft bei den Solanaceen. Wir haben beim primären Bau der Achse gesehen, dass schon vor dem Beginn des sekundären Dickenwachstums sich die inneren Siebstränge etwas vergrössert hatten; diese Thätigkeit, die nicht durch das Auftreten eines Kambiums, sondern durch ganz unregelmässige Teilungen erfolgt, geht oft ziemlich weit. Eine kleine etwa 6 wohl entwickelte Laubblätter besitzende Pflanze z. B. hat innere Siebstränge, die aus 5 bis 15 Elementen bestehen Bei der ausgewachsenen Pflanze dagegen sind Stränge von 35 Elementen durchaus nicht selten; bei ihr sind Stränge von 5 bis 15 Elementen nur noch vereinzelt aufzufinden. Das innere Leptom kann sogar das äussere etwas an Massenentwicklung übertreffen, was nach Petersens Beobachtungen (1882, Pg. 382) bei den Solanaceen die Regel zu sein scheint. Die Vermehrung geschieht nicht immer wie bei Hyoscyamus durch unregelmässige Teilungen, sondern es bildet sich zuweilen an der Aussenseite ein radiär geordnetes sogenanntes „faux Cambium" aus (Vesque 1875, Pg. 138). Ich habe ein derartiges Kambium bei Lycium barbarum beobachtet; Vesque (l. c.) giebt das Auftreten desselben ausser bei dieser Pflanze auch bei Capsicum bicolor, Solandra hirsuta u. a. an.

Das innere Leptom setzt sich aus Elementen von genau derselben Art und demselben Bau zusammen wie bei den äusseren Siebsträngen; die Siebröhren besitzen auch an den Seitenwänden Siebfelder, was nach Petersen (1882, Pg. 383) bei dem inneren Leptom eine seltene Erscheinung sein soll. Genannter Autor giebt dasselbe für Solandra grandiflora an. An der Innenseite ist das Leptom von Sklerenchymfasern begleitet (sk. Fig. 30) Ein ähnliches Verhalten zeigen nach Vesque (1875, Pg. 140) Datura, Physalis, Atropa und Solanum; bei Nicotiana dagegen fehlt das Sklerenchym. Das Nähere bezüglich der Sklerenchymfasern ist bei der Besprechung der Innenrinde mitgeteilt.

7. Die Markstrahlen.

Man findet sowohl grosse wie kleine parenchymatische Markstrahlen; erstere treten bei Hyoscyamus, wie bei dem primären Bau der Achse näher erläutert wurde, erst bei der Thätigkeit des Kambiums hervor und setzen sich nach innen zu an das zwischen den innersten Tracheen des Holzringes liegende Parenchym an. Sie reichen also nicht direkt bis an's Mark, wir wollen sie aber trotzdem grosse Markstrahlen nennen zum Unterschied von den kleinen, nur einen Teil des Holzes und der sekundären Rinde durchsetzenden Strahlen. Beide sind ein- oder zweireihig, selten und jedenfalls nur in einem geringen Teil ihrer Höhe dreireihig. Die Strahlen besitzen manchmal nicht dieselbe Breite in ihrer ganzen Längenausdehnung, sondern der mittlere Teil ist oft zweireihig, während man oben und unten nur eine Reihe Zellen beobachtet. Beim Betrachten der längsdurchgeschnittenen Markstrahlen habe ich nirgends bemerkt, dass dieselben von einem Internodium bis zum anderen reichen, vielmehr durchsetzen sie immer nur einen Teil eines solchen. Die Höhe variiert am häufigsten zwischen 2 und 30 Zellen, ich habe aber auch 50 Zellen hohe Markstrahlen beobachtet und andrerseits solche, die nur die Höhe einer einzigen Zelle besassen.

Der Verlauf der Strahlen ist einigermassen gradlinig radial, jedenfalls in dem sekundären Teil des Holzes, was dem allgemeinen Verhalten der Strahlen bei den Solanaceen entspricht (Fedde 1896, Pg. 26). Nur selten werden die Markstrahlen dermassen von grösseren Gefässgruppen beeinflusst, dass sie gezwungen werden, wesentlich von ihrer einmal genommenen Richtung abzuweichen. Sie schmiegen sich sehr oft den radiären Gefässreihen an.

Die einzelnen Zellen sind von prismatischer Form mit geraden oder in mehrreihigen Strahlen zuweilen mit etwas zugeschärften Endflächen, dabei meist 1,5- bis 3-mal so breit in radialer Richtung wie in tangentialer und wiederum 1,5- bis 5-mal so hoch als breit in radialer Richtung. Wir sehen also, dass die Zellen in der Regel aufrecht sind (De Bary) d. h. in vertikaler Richtung ihren grössten Durchmesser haben. Nebenbei kommen aber auch Zellen vor, die eine mehr isodiametrische Gestalt

besitzen. Die Tüpfelung ist sehr reichlich und die einzelnen Tüpfel von rundlicher bis mehr elliptischer Form (Fig. 34). Es können sich sowohl tangential- wie radialverlaufende Intercellularen ausbilden und diese letzteren können auch zwischen Markstrahlzellen und angrenzenden Sklerenchymfasern auftreten. Wo die Markstrahlzellen im Holze mit hofgetüpfelten Elementen zusammenstossen, bleiben an der Berührungsfläche die Hoftüpfel erhalten.

In der Innen-Rinde erweitern sich die Markstrahlzellen im Vergleich mit denen des Holzes nicht erheblich, wie sie es sonst oft thun. Ihre radialen Wände fand ich in der kambialen Zone ziemlich stark verdickt; bei den äussersten Zellen, die ja hier immer von dickwandigen Elementen umgeben sind, erstreckt sich die Verdickung auch auf die tangentialen Wände. Die Wände geben sämtlich Cellulosereaktion. Im Holze besitzen die Markstrahlzellen alle sehr dicke Wände (Fig. 34) und geben eine ebenso intensive Holzreaktion wie die Sklerenchymfasern und die Tracheen. Die Höhe der einzelnen Zellen beträgt hier 20 bis 152 μ bei der Hauptachse; bei den dünneren Nebenachsen habe ich nur eine Maximalhöhe von 80 μ gefunden. Die Breite in radialer Richtung schwankt bei Haupt- und Nebenachsen zwischen 10,5 und 44 μ, in tangentialer Richtung zwischen 6,5 und 25 μ.

8. Das Mark.

Den ganzen Raum innerhalb der Leitbündel nimmt ein homogenes aus grossen im Querschnitt rundlichen Parenchymzellen bestehendes Mark ein, welches senkrecht verlaufende und auch, wenngleich in geringerer Anzahl und von geringerer Grösse, wagrecht verlaufende Intercellularen besitzt. Einige der Zellen sind isodiametrisch, andere 2- bis 6-, am häufigsten jedoch nur bis 3-mal so lang als breit. Die Zellwände sind immer unverholzt. Bei der Hauptachse und den kräftigeren oberen Zweigen verdicken sich die Längswände beträchtlich, die Querwände dagegen weniger oder gar nicht (Fig. 27). Je dünner die Achsen, desto zarter werden gleichzeitig die Zellwände, und wir gelangen zuletzt zu Zweigen, die nur ein ganz dünnwandiges Mark aufzuweisen haben.

Die verdickten Wände tragen grosse einfache Tüpfel, welche von der Fläche gesehen elliptisch geformt und über die ganze Wand verteilt sind (Ap. Fig. 27). Die nur schwach verdickten Wände können in geringerer Anzahl ebenfalls derartige einfache Tüpfel ausbilden.

Im Marke zerstreut, befinden sich Zellen, die mit dem bei der Wurzel beschriebenen groben Krystallsand angefüllt sind (kr. Fig. 27); sie unterscheiden sich in keiner Beziehung von den anderen Zellen des Marks. Nach Fedde (1896 Pg. 30—31) führen Atropa Belladonna, Capsicum annuum und Datura ebenfalls Krystallsand im Mark und ausserdem Einzelkrystalle; die beiden ersteren kleine Prismen und grössere Oktaëder, die letztere nur kleine Oktaëder, welche Verfasser auch bei Hyoscyamus niger konstatiert haben will. Ich muss dabei darauf aufmerksam machen, dass er unter Krystallsand entweder pulverförmige, in krystallographischer Beziehung unbestimmbare, die Zellen vollständig ausfüllende oder aus ganz winzigen Tetraëdern bestehende Oxalatanhäufungen versteht. Angaben der Grössenverhältnisse der Einzelkrystalle finden sich leider bei ihm nicht. Stärke fand ich bei meinen Ende Juli eingesammelten Pflanzen im Marke nicht vor.

Man beobachtet sehr häufig, sogar wohl in der Regel, dass die Haupt- sowie die Nebenachsen Höhlungen in ihrer Mitte zeigen. Sie sind durch Zerreissen der Markzellen entstanden und können einen grösseren oder kleineren Umfang annehmen. Bisweilen verschwindet das Mark fast vollständig. Tschirch (An. At. Pg. 167) spricht bei Hyoscyamus überhaupt nur von „dem hohlen Stengel.“ Ich muss aber hierzu bemerken, dass ich sehr grosse kräftige Exemplare gefunden habe, bei welchen noch Ende Juli keine Spur von einer Markhöhle zu erblicken war. Sie ist also, obwohl sehr häufig, doch andererseits nicht als obligatorisch anzusehen.

V. Entwicklungsgeschichte des Laubblattes.

Betrachten wir die Endknospe der Hauptachse einer jungen schon normale Laubblätter tragenden einjährigen Pflanze, deren wir uns zur Untersuchung der Entwicklungsgeschichte des Blattes am besten bedienen, so werden wir an der Achsenspitze die jungen Blattanlagen als kleine Höcker wahrnehmen können (Fig. 35 I Bl.). Eine deutliche Gliederung des Primordialblattes in Oberblatt und Blattgrund (Eichler 1861, Pg. 8) findet nicht statt; die junge Blattanlage wächst zunächst kräftig heran, hauptsächlich die Spitze desselben, ohne dass Veränderungen am Blattrande eintreten (Fig. 35 I a, b, c). Ein kleines 730 μ langes Blatt zeigt schon zwei seitliche Höcker als ersten Anfang der Zähne oder Abschnitte des Blattes (Fig. 35 II). Leitbündel treten noch nicht hervor, dagegen bemerken wir schon kleine Ausstülpungen in der Epidermis, welche von den heranwachsenden Haaren herrühren. Bei einem 1,25 mm grossem Blatt (Fig. 35 III) sind zwei weitere seitliche Höcker hinzugekommen, und wir sehen schon hier, dass die Blattzähne oder Abschnitte sich in basipetaler Folge entwickeln; ferner sind die ersten Spiraltracheen des Mittelnervs gebildet und die Haare fünfzellig geworden, besitzen aber alle noch eine nicht besonders differenzierte Endzelle. Ist das Blatt etwa 1,8 mm lang geworden, so ist eine weitere Differenzierung der Blattzähne insofern eingetreten, als die oberen jetzt schon gegen die mittleren an Grösse zurückstehen (Fig. 35 IV). Die Haare sind bis 300 μ lang geworden, und einige tragen eine etwas angeschwollene Endzelle. Bei etwa 4 mm langen Blättern (Fig. 35 V) treten die ersten horizontal stehenden Querwände in dieser Endzelle auf. Wir bemerken nun die ersten Spiraltracheen der Sekundär- und Tertiärnerven, jedoch fast nur an der Spitze des Blattes; in den untersten Blattzähnen dagegen sind noch keine Leitbündel aufzufinden. Die Epidermiszellen fangen an, an einigen Stellen sich etwas zu buchten, und fertig entwickelte Stomata sind hie und da zu beobachten. Allmählig schreitet die Entwicklung der Nervatur und der Haare weiter vor; erstere ist an der Spitze des Blattes schon bei einer Blattlänge von 1,2 cm definitiv ausgebildet (Fig. 35 VI) und bei 2,2 cm ausserdem in den Blattzähnen. Hat das Blatt die letztgenannte Grösse erreicht, so können wir auch einzelne typisch entwickelte Drüsenhaare mit quer- und längsgeteiltem Köpfchen auffinden.

Wie man sieht, sind die Blätter der Entwicklungsgeschichte nach dem basipetalen Typus (Eichler 1861, Pg. 17) sowie, unter den von Prantl aufgestellten Typen, am nächsten dem basiplasten (1883, Pg. 281 u. f.) bei zu zählen.

Bei denjenigen Blättern, bei denen ein Blattstiel zur Entwicklung gelangt, geschieht dies erst, nachdem die Zähne der Lamina schon ziemlich weit differenziert sind.

Bezüglich der Vernation der Blätter ist schliesslich nur noch zu bemerken, dass die Ränder derselben ein wenig nach der Oberseite des Mittelnervs hingebogen erscheinen. Der Vegetationspunkt und die jüngsten Blattanlagen werden von den älteren nur locker umhüllt.

VI. Morphologie des Laubblattes.

Aus den Figuren 50 und 51, welche die successive Ausgestaltung der Laubblätter darstellen, ersieht man, dass sowohl bei der einjährigen Varietät (Fig. 50) wie bei der zweijährigen im ersten Jahre (Fig. 51), nach den beiden kleinen, lanzettförmigen, etwa 2 cm langen, gestielten Kotyledonen zunächst ganzrandige, gestielte, einfach geformte Laubblätter zur Ausbildung gelangen. Die Blattspreite ist hier, wie überall, wo ein Stiel gebildet wird, gegen diesen nicht scharf abgegrenzt, sondern verschmälert sich allmählig in denselben, wobei der Stiel ungefähr eine Querschnittsform annimmt, wie sie Figur 36 darstellt. Schon beim vierten Laubblatt können schwache Andeutungen von Zähnen am Blattrande auftreten, gewöhnlich aber treten solche erst beim fünften Blatte auf. Bei der zweijährigen

Varietät differenziert sich im ersten Jahre der Blattrand allmählig mehr und mehr, der Blattstiel wird beibehalten, und in der Regel hat schon das achte Laubblatt die definitive Gestalt des gestielten Hyoscyamusblattes angenommen (Fig. 51 [8]). Die Maximallänge dieser gestielten Blätter beträgt 55 cm, die Maximalbreite 24 cm.

Bei der einjährigen Varietät dagegen verkürzt sich der Blattstiel mehr und mehr gleichzeitig mit der fortschreitenden Ausbildung des Blattrandes. Schon beim sechsten Laubblatte kann der Stiel vollkommen verschwunden sein, jedoch verschwindet er meistens erst beim siebenten oder achten. Im vorliegenden Falle besitzt das siebente Blatt noch eine schmale basale Partie, welche aber beim achten Blatte nicht mehr aufzufinden ist. Wir haben hier schon das definitiv ausgebildete sitzende Blatt vor uns. Dasselbe (Fig. 50 [8]) ist also sitzend, mehr oder weniger langgestreckt-eiförmig, läuft nach oben allmählig spitz zu und umfasst mit seiner Basis den Stengel etwa zur Hälfte, um schliesslich in höherem oder geringerem Grade an ihm herabzulaufen. Die Blätter sind entweder nur buchtig gezähnt, oder sie besitzen tiefere Einschnitte und sind manchmal sogar fiederspaltig. Sie erreichten eine Maximallänge von 28 cm und eine Breite von 14 cm. Die kräftigeren Nerven, bis zweiter oder dritter Ordnung incl., treten an beiden Blattseiten ziemlich stark hervor, am stärksten jedoch auf der Unterseite.

Auch bei der zweijährigen Pflanze finden wir im zweiten Jahre fast ausschliesslich ungestielte Blätter von der zuletzt beschriebenen Gestalt; nur können bisweilen die unteren 6 bis 14 dicht zusammen stehenden Blätter eine lange schmale basale Partie entwickeln, also ähnlicher Gestalt sein wie die Uebergangsblätter (Fig. 50 [7]) der einjährigen Pflanze. Sie sterben ziemlich früh ab.

In den Inflorescenzen verkleinern sich die Blätter bei beiden Varietäten allmählig nach oben zu. Die Einschnitte werden ebenfalls kleiner und treten in stets geringerer Anzahl auf. Die Blätter sind in dem oberen Teil des Blütenstandes nicht mehr herablaufend, sondern nur etwa halb stengelumfassend.

Fassen wir das oben Gesagte kurz zusammen, so können wir sagen: Hyoscyamus niger besitzt zunächst eine Reihe gestielter Laubblätter mit am Stiel herablaufender Spreite; diese letztere gliedert sich am Rande allmählig. Gleichzeitig wird der Stiel entweder beibehalten, in welchem Falle wir zum typischen gestielten Hyoscyamus-Blatte gelangen, wie es die zweijährige Varietät im ersten Jahre besitzt, oder es schwindet der Stiel mehr und mehr, was zur Bildung des typischen sitzenden Hyoscyamus-Blattes führt, wie wir es bei der zweijährigen Varietät im zweiten Jahre und bei der einjährigen Varietät vorfinden. In den oberen Regionen der Pflanze geschieht wiederum eine Vereinfachung in der Gliederung des Blattrandes.

Behaarung.

Die Hyoscyamus-Blätter sind sehr stark behaart, was besonders am Blattrande und auf den Nerven für das unbewaffnete Auge deutlich hervortritt. Die Nerven können dadurch ein weissfilziges Aussehen annehmen; auch der event. Blattstiel ist behaart. Im Uebrigen verweise ich bezüglich der Haarformen auf das weiter unten Gesagte.

Nervatur.

Das Blatt besitzt nur einen Primärnerv, welcher ziemlich gerade von der Basis bis zur Spitze der Spreite verläuft (Fig. 50 und 35 [6]) und letztere ungefähr halbiert. Von dem Primärnerven gehen kräftige Sekundärnerven unter einem Winkel von etwa 50 bis 80° aus. Sie verlaufen mehr oder weniger bogenförmig und gehen bei den typisch ausgebildeten Hyoscyamus-Blättern zum grössten Teil in die Zähne des Blattrandes hinein, wo sie in derselben Weise verlaufen, wie der Primärnerv in der Blattspitze. Die von den Sekundärnerven ausgehenden Nerven höherer Ordnung (Fig. 35 [6]) bilden ein Anastomosennetz zwischen jenen, in dessen Maschen sich freie Nervenendigungen befinden. Solche finden wir ebenfalls von den äussersten seitlichen Maschen aus gegen den Blattrand hin verlaufend.

Auch bei den ganzrandigen Erstlingsblättern sowie bei den Keimblättern (Fig. 37) sind schon die Nervaturverhältnisse genau so, wie es bei der Blattspitze des typischen Laubblattes in der Figur 35 [6] dargestellt und oben beschrieben worden ist.

VII. Anatomie des Laubblattes.

A. Die Blattspreite.

Die Blätter von Hyoscyamus niger sind bifacial gebaut; es findet sich unter der Epidermis an der Oberseite des Blattes Palissadengewebe, an der Unterseite Schwammparenchym und als Verbindungsglied zwischen diesen beiden parenchymatische abgerundete Zellen.

I. Die Epidermis.

Die Epidermis der beiden Blattseiten ist gleichartig gebaut, besteht aus flach tafelförmigen Zellen, die wellig gebogene Seitenwände haben und von oben gesehen, entweder in einer Richtung gestreckt sind oder eine mehr isodiametrische Gestalt besitzen (Fig. 38 und 39). Der Grad der Welligkeit kommt unter den medicinisch verwendeten Solanaceenblättern dem der Belladonnablätter am nächsten. Die Blätter von Datura Stramonium besitzen eine etwas weniger, die von Nicotiana Tabacum eine sehr viel weniger wellig gebogene Epidermis. Die Epidermis der Ober- und Unterseite zeigt bei Hyoscyamus keine Differenz in der Welligkeit, im Gegensatz zu der des Belladonna- und besonders des Stramonium-Blattes, deren Epidermiszellen auf der Unterseite am stärksten gebuchtet erscheinen.

Ueber den Nerven sind die Epidermiszellen, wie gewöhnlich, stark in der Richtung des betreffenden Nerven gestreckt und entweder spitz zulaufend oder mit gerade stehenden Querwänden versehen. Die Kontur dieser Zellen ist nur auf den feineren Nerven schwach wellig gebogen, sonst verlaufen die Seitenwände vollkommen gerade. Die Aussenwände verdicken sich ziemlich stark, die Seitenwände relativ wenig, und bei den Innenwänden treten, jedenfalls über dem Mittelnerv und den Nerven erster Ordnung, stärkere meist deutlich kollenchymatische Eckenverdickungen auf (Fig. 40 und 41). Bei den übrigen Epidermiszellen verdicken sich nur die Aussenwände beträchtlich; die Seiten- und Innenwände können in allen Fällen ziemlich grosse einfache Tüpfel ausbilden. Alle Wände der Epidermiszellen färben sich mit Chlorzinkjod violett, mit Jod-Jodkalium und Schwefelsäure blau; nur eine um das Lumen herumlaufende dünne Lamelle färbt sich braungelb; sie wird von den gewöhnlichen Holzreagentien nicht tingiert und geht mit conc. Schwefelsäure und conc. Chromsäurelösung (1+1) gleichzeitig mit den übrigen Wandteilen in Lösung. Die dünne das ganze Blatt überziehende Kutikula wird ebenfalls, wie gewöhnlich, von den beiden zuerst genannten Reagentien gelb tingiert; sie ist wie die des Stramoniumblattes vollkommen glatt; fein gestreift erscheint dagegen die Kutikula des Belladonnablattes.

Sowohl auf der Blattober- wie auf der Blattunterseite befinden sich in die Epidermis eingeschaltet Stomata und Haare.

Die Stomata entstehen in folgender Weise: Gehen wir von einer Anfangszelle (Epidermisinitiale) aus, so erfolgt die Bildung der Mutterzelle der Spaltöffnungsschliesszellen durch Teilungen dieser Initiale mittelst nach einander auftretender und schief zu einander stehender Wände. Der Entwicklungsgang ist in Figur 42 dargestellt und entspricht dem von Vesque als Cruciferen-Typus bezeichneten Entwicklungsmodus der Stomata. Nach den Angaben von Vesque (1885 Pg. 300) und Solereder (Syst. An. Pg. 651) ist dieser Typus bei den Solanaceen am häufigsten vorzufinden. Im fertigen Zustande finden wir die von der Fläche gesehen ellipsenförmigen Spaltöffnungsapparate ein wenig über die

umgebenden Zellen emporgehoben (Fig. 38 und 39). Die Schliesszellen sind hier, wie gewöhnlich, wurstförmig; die Aussen- und Innenwände sowie die oberen und unteren Teile der Bauchwände sind stark verdickt, und letztere besitzen oben und unten kleine Kutikularleistchen. Die Kutikula kleidet den Spalt vollständig aus; sie bekleidet ebenfalls zum Teil die Innenwände der den Schliesszellen benachbarten Epidermiszellen (cut. Fig. 38). Die Stomata werden umgeben von meistens drei, oft aber auch von vier den übrigen Epidermiszellen vollständig gleichenden Nebenzellen, deren eine gewöhnlich kleiner ist als die anderen. Sonst soll nach Fedde (1896, Pg. 28) die Zahl der Nebenzellen der Solanaceenblätter beinahe durchweg vier sein; einzelne wie z. B. Physalis Alkekengi haben jedoch drei bis vier. Fol. Stramonii besitzen nach Tschirch (Anat. Atl. Pg. 284) an der Oberseite drei, an der Unterseite drei bis fünf. Die Nebenzellen des Hyoscyamusblattes zeigen in den meisten Fällen in der Verlängerung des Spaltes der Stomata eine Einbuchtung, entweder nur an der einen oder an beiden Seiten, welche etwas tiefer liegt als die Stomata selber, und da nun die Nebenzellen ausserdem unter die Schliesszellen greifen, so müssen naturgemäss bei hoher und tiefer Einstellung zwei derartig von einander abweichende Bilder auftreten, wie sie in der Figur 43 durch die zwei verschiedenen Konturen angegeben werden; es sind offenbar die erwähnten Einbuchtungen, welche Tschirch (Anat. Atl. Pg. 168) unrichtig als Zapfen bezeichnet und als massive Anhängsel in seiner Figur 3 (Taf. 39) abgebildet hat. Die Stomata finden wir überall in der Epidermis unregelmässig zerstreut und an beiden Blattseiten in einer Anzahl von etwa 60 bis 80 auf einem □mm. Die Länge variiert von 30 bis 43 μ, die Breite (senkrecht zur Mitte des Spaltes) von 25 bis 33 μ. Spaltöffnungsapparate in ungefähr gleicher Menge auf der Ober- und Unterseite besitzen auch Fol. Stramonii; Fol. Belladonnae und Fol. Nicotianae haben dagegen weitaus die meisten auf der Unterseite. Die Stomata der Hyoscyamusblätter sind alle Luftspalten; Wasserspalten sind auch bei den soeben genannten drei anderen Sorten medicinisch verwendeter Solanaceenblätter nicht vorgefunden (Meyer, Drogenkunde 1892, Pg. 201).

Ehe wir zur speciellen Besprechung der Hyoscyamus-Haarformen übergehen, möchte ich an dieser Stelle zum Vergleich einige kurze Bemerkungen über die Behaarung der Solanaceen im allgemeinen vorausschicken. Diesbezügliche Angaben finden sich besonders bei Vesque, Schlepegrell, Weiss, Martinet und Fedde. Vesque (1885, Pg. 298) hat die Behaarung der Blätter untersucht und giebt das Vorkommen von zweierlei Haarformen an: Einfache Haare (Deckhaare, Poils tecteurs) und Drüsenhaare. Die Deckhaare sollen fast alle einreihig, mehrzellig, am Ende spitz oder mehr oder weniger abgerundet sein. Die einzelnen Zellen sind cylindrisch, nur bei Nicandra physaloïdes auf der Blattoberseite hat er einzelne Haare gefunden, die an der Mitte aufgeschwollen erschienen. Einzellige Haare finden sich bei der Gattung Schizanthus, und nicht secernierende Kopfhaare mit vielreihigem Stiel bei Solanum macrophyllum. Bezüglich der Drüsenhaare sagt Vesque, dass sie meist einen einreihigen Stiel besitzen, welcher ein- oder mehrzellig sein kann; mehrreihig ist er bei Schizanthus (gewöhnlich vierreihig, Martinet 1872, Pg. 169). Der Stiel trägt ein secernierendes, ein- oder mehrzelliges rundliches bis ellipsoïdisches Köpfchen, das durch Transversal- und Longitudinalwände geteilt ist. Schlepegrell (1892 Nr. XIV, Pg. 5), der nur die Behaarung der Achse untersucht hat, giebt an, dass die beiden genannten Haarformen am häufigsten neben einander auftreten; nur Drüsenhaare hat er bei Fabiana imbricata, Petunia violacea, Salpiglossis sinuata, Leptoglossis linifolia und Sclerophylox cynocrambe gefunden; unbehaart waren Anthocercis littorea und Grabowskia boerhaviaefolia.

Es kommen ferner bei einigen Solanaceen verzweigte Haare vor, z. B. bei den Blättern von Chamaesaracha (Fedde 1896, Pg. 9) und nach Schlepegrell (l. c. Pg. 4) bei den Achsen von Acnistus arborescens, Jochroma tubulosa, Poecilochroma microphylla, Lycium hamilifolium, Solandra Hauptii, Anisodus lucidus, Juanulloa aurantiaca, Cestrum laurifolium, Witheringia spina alba, ferner bei verschiedenen Solanum Arten, z. B. S. callicarpifolium, indicum, gracile und ferox und bei Cyphomandra abutiloïdes.

Die folgenden Angaben beziehen sich, wenn etwas anderes nicht ausdrücklich hervorgehoben wird, sowohl auf die Haare der Achse wie auf diejenigen des Laubblattes. Die Haare sind Trichome, die von einer in der Epidermis eingesenkten Basalzelle ausgehen, und zwar am häufigsten von deren Mitte. Ich habe nicht derartige, mehrere Basalzellen besitzende Haare beobachtet, wie sie Vogel (Anatomischer Atlas 1887. Taf. 10) abbildet; ein solches Vorkommen muss jedenfalls zu den Seltenheiten gehören. Die Basalzellen sind ein wenig über die umgebenden Epidermiszellen emporgehoben, denen sie bei dem Laubblatte gleichen (Fig. 38 und 39); bei der Achse dagegen sind sie gewöhnlich von der Fläche gesehen kürzer und mehr abgerundet wie die umgebenden Zellen (Fig. 24). Soweit jedoch die Aussenwand der Basalzelle als Grenzfläche gegen die nächstfolgende Zelle des Haares dient, ist sie relativ wenig verdickt und bei der Achse mit breit-spaltenförmigen Tüpfeln versehen (Fig. 25 und 38). Nur bei einzelnen sehr breiten Haaren der Achse war eine schwach radiäre Anordnung der umgebenden Epidermiszellen zu bemerken. Hyoscyamus niger besitzt im Einklang mit den oben citierten allgemeinen Angaben Vesque's und anderer Autoren zweierlei Arten von Haaren; entweder einfache, mehr oder weniger spitz zulaufende, plasmaführende Haare (Fig. 44 a, b, c), oder Drüsenhaare (Fig. 45 e, g) mit mehrzelligem Köpfchen. Zwischen diesen beiden typischen Formen kommen Uebergangsformen vor (Fig. 44 d und 45 f), welche einzellige secernierende Köpfchen besitzen.

I. Die einfachen Haare sind mehrzellig, am häufigsten 2- bis 4-zellig, einreihig und von einer glatten Kutikula überzogen. Die basale Breite variiert von 20 bis 42 μ und die Länge meistens von 95 bis 619 μ; hie und da aber finden wir, hauptsächlich auf den Nerven, 4—5 mm lange Haare.

II. Die Drüsenhaare sind durchschnittlich länger und breiter als die eben besprochenen; die basale Breite schwankt häufig zwischen 36 und 80 μ. Wohl die meisten sind 300 bis 900 μ lang, einige sogar bis 5,5 mm. Die Drüsenhaare sind immer wie die einfachen Haare von einer glatten Kutikula überzogen; sie besitzen einen mehrzelligen, einreihigen, sich allmählig nach unten zu verbreiternden Stiel, welcher das durch Quer- und Längsteilung einer etwas angeschwollenen Endzelle entstandene Köpfchen trägt. Nur aus diesem letzteren geht die Ausscheidung des klebrigen, bräunlichen, unangenehm riechenden Sekrets vor sich. Dasselbe sammelt sich unter der Kutikula, die dabei abgehoben werden kann (g, Fig. 45) und bisweilen zerreisst.

Sowohl Drüsenhaare wie einfache Haare finden sich überall bunt durch einander gemengt, letztere sind jedoch vorherrschend. Am Laubblatte tragen die Nerven und die Blattränder weitaus die grösste Anzahl von Haaren; an den übrigen Teilen der Blattspreite treten die letzteren etwas sparsamer auf; es befinden sich hier ungefähr 25 Haare auf einem □ mm. Ich möchte schliesslich zum Vergleich nur noch die Trichomgebilde der übrigen medizinisch verwendeten Solanaceen-Blätter ganz kurz skizzieren. Folia Belladonnae besitzen 1. 3—5zellige, glatte, einfache Haare, 2. Drüsenhaare mit mehrzelligem Stiele und einzelligem Köpfchen, 3. Drüsenhaare mit kurzem, meist 1—2zelligem Stiele und mehrzelligem (meist 6zelligem) häufig umgekehrt kegelförmigen Köpfchen; dagegen habe ich nicht die von Martinet (1872, Pg. 164) erwähnten Drüsenhaare beobachtet, deren Köpfchen nur durch Transversalwände geteilt waren. Meiner Meinung nach hat Martinet hier noch nicht fertig entwickelte Haare beschrieben, oder hat vielleicht die meist zweireihigen Köpfchen von der Seite betrachtet. Folia Stramonii haben 1. Drüsenhaare mit kurzem Stiele und mehrzelligem abgerundeten oder umgekehrt kegelförmigem Köpfchen, 2. 1—4zellige (meist 3zellige) einfache Haare mit warziger Kutikula. Folia Nicotianae schliesslich tragen 1. Drüsenhaare mit kurzem, einzelligen oder langem mehrzelligen Stiele und eiförmigem 1—20zelligen Köpfchen, 2. mehrzellige, zugespitzte einfache Haare, beide Formen mit längsstreifiger Kutikula. Adolf Meyer (1882, Pg. 27) giebt unrichtig an, dass die Blätter nur Drüsenhaare besitzen. Folia Stramonii und Folia Belladonnae sind beide sehr schwach behaart, Folia Nicotianae schon etwas kräftiger.

2. Das Mesophyll.

Die Blätter sind wie die übrigen offizinellen Solanaceen-Blätter bifacial gebaut und haben wie diese auf der Oberseite nur eine Schicht chlorophyllführender Palissadenzellen, auf der Unterseite Schwammparenchym, dessen Chlorophyllgehalt dem des Palissadengewebes ungefähr gleichkommt. Das Mesophyll besitzt nur eine sehr geringe Dicke, es misst mit der Epidermis nur etwa 218 bis 250 μ.

Die schlauchförmigen, dünnwandigen Palissadenzellen (Fig. 38) bilden ungefähr die obere Hälfte des Mesophylls und schliessen nicht dicht zusammen, sondern lassen manchmal grosse Lufträume zwischen sich; sehr grosse Intercellularen, Atemhöhlen, bemerken wir unterhalb der Stomata.

Im Schwammparenchym findet man ebenfalls viele grosse Lufträume (Fig. 38). Die dünnwandigen Zellen dieses Parenchyms besitzen manchmal nicht die typische Schwammparenchymgestalt, sondern gleichen vielmehr, insbesondere gegen die Epidermis der Unterseite zu, Palissadenzellen, von welchen dann kleine seitliche Arme ausgehen. Die weiter nach innen zu liegenden Schwammparenchymzellen sind kürzer, von unregelmässiger Gestalt und können in beliebiger Richtung kürzere oder längere Arme aussenden.

Zwischen dem Palissaden- und dem eigentlichen Schwammparenchymgewebe befinden sich bei Folia Hyoscyami, wie bei den anderen offizinellen Solanaceenblättern, Zellen von mehr oder weniger isodiametrischer Form, in welchen die Ausscheidung von Calciumoxalat stattfindet (Kr., Fig. 38); dieses findet sich meist in Form grosser Krystalle, die bei meinem Material eine Maximalgrösse von 20 μ erreichten. Die Krystalle sind meist in Gestalt von Prismen vorhanden, welche oft entweder mit Pyramidenflächen oder mit dem basischen Pinakoid kombiniert sind; Verwachsungen kommen ebenfalls sehr häufig vor. Zuweilen beobachtet man ausserdem grössere oder kleinere Krystallanhäufungen, die sich der Drusenform mehr oder weniger nähern können. Die im Blatte am häufigsten vorkommenden Krystalle sind in die Figur 38 hineingezeichnet. Die Verteilung der Krystalle in den Zellen ist eine unregelmässige; manchmal führt eine Zelle nur einen grossen, bisweilen aber auch mehrere grössere und kleinere, getrennte oder mit einander verwachsene Krystalle. Schliesslich mag erwähnt werden, dass die übrigen offizinellen Solanaceen-Blätter bezüglich der Form ihrer Oxalatausscheidungen im Mesophyll von den Hyoscyamusblättern abweichen. Folia Belladonnae führen Krystallsand, Folia Stramonii hauptsächlich Drusen.

3. Die Blattnerven.

Betrachten wir zunächst den anatomischen Bau des Mittelnervs. Die Epidermiszellen sind schon bei der allgemeinen Besprechung der Blattepidermis behandelt worden. Direkt unterhalb der Epidermis befindet sich ein Kollenchymgewebe (Koll. Fig. 40 und 41) aus Elementen derselben Form und Ausstattung wie bei der Achse. Am kräftigsten ist dieses Gewebe auf der Unterseite des Blattes entwickelt, und wir können hier bei den grössten Blättern bis 4 Zellreihen beobachten. Die Innenseite der Kollenchymzellen sowie die Intercellularen können sich mit einer besonderen Lamelle auskleiden ebenso wie bei der Achse. Eine derartige Lamelle kann ebenfalls bei den Nerven-Parenchymzellen ausgebildet werden. Das Nervenparenchym, welches zu beiden Seiten des Nerven den Raum zwischen dem Kollenchym und den Leitbündeln ausfüllt, wird aus gestreckten, etwa schlauchförmigen, dünnwandigen Zellen gebildet, welche einfache ellipsenförmige quergestellte Tüpfel besitzen. Die äussersten Zellreihen können etwas dickere Wände aufweisen. Zwischen den Nervenparenchymzellen finden sich grosse Lufträume, besonders auf der Oberseite (Lr. Fig. 40 und 41), weshalb der Mittelnerv an dieser Stelle bei der Droge stark zusammengefallen erscheint. Einige von den Nervenparenchymzellen, die jedoch keine besondere Gestalt angenommen haben, enthalten Oxalat-Krystalle und zwar entweder ganz kleine, wie bei der Wurzel (Fig. 9), oder etwas grössere, zuweilen von oktaëdrischer Form. Die Krystalle können entweder in geringerer Anzahl in einer Zelle liegen, oder sie füllen dieselbe vollständig aus. Auch kann Chlorophyll in verschiedener Menge in dem Nervenparenchym auftreten.

Die Leitbündel treten je nach der Grösse der sitzenden Blätter in verschiedener Anzahl aus der Achse in das Blatt ein. Wir finden immer ein grosses medianes Leitbündel und bei den grössten Blättern ausserdem an jeder Seite 2 bis 3, bei kleineren Blättern dagegen nur 1 bis 2 kleine Bündel. Die Anzahl der Bündel der gestielten Blätter wird weiter unten bei dem Blattstiel erwähnt. Die kleinen Leitbündel, welche an den beiden Seiten nicht in derselben Anzahl aufzutreten brauchen, sind alle mehr oder weniger deutlich bicollateral und verschmelzen nach oben zu allmählig eins nach dem anderen mit dem grossen medianen Bündel. Sie besitzen bei den sitzenden Blättern nur je einen Tracheenstrang, bei den grossen gestielten zuweilen deren 2 bis 3 und können ausserhalb der Siebteile vereinzelte Ersatzfasern von der unten näher beschriebenen Art aufweisen. Das mediane Leitbündel (Fig. 46) ist quergeschnitten nierenförmig gebogen mit der konkaven Seite nach oben, mehr oder weniger strahlig gebaut und ebenfalls bicollateral. An beiden Seiten, nicht nur wie von Tschirch angegeben an der Oberseite (Anat. Atl., Pg. 168), finden sich an der Aussenseite der beiden Siebteile Belege von faserförmigen oft grosslumigen Zellen, mit meist ziemlich grossen, rundlichen oder etwas schief gestellten, ellipsenförmigen Tüpfeln. Sie geben mit den gewöhnlichen Holzreagentien keine Färbung, färben sich aber mit Chlorzinkjod intensiv violett, mit Ausnahme der Mittellamelle, die relativ wenig tingiert wird. Eine dünne, mit letztgenanntem Reagens sich braunfärbende Lamelle kleidet wie bei den Kollenchymzellen das Lumen aus. Die Zellen sind lebend und werden am besten als Ersatzfasern bezeichnet. Sie liegen in Gruppen zusammen und sind auf der Oberseite, wo sie sogar manchmal eine zusammenhängende Schicht bilden (Erzf. Fig. 46), bedeutend zahlreicher als auf der Unterseite.

Die Siebstränge der Siebteile bilden, wie aus der Figur 46 zu ersehen ist, im Querschnitt isoliert liegende Zellgruppen; seltener verschmelzen mehrere Gruppen mit einander. Die Siebstränge der Unterseite des Leitbündels schliessen sich dem Tracheenteil direkt oder fast unmittelbar an. Diejenigen der Oberseite dagegen verhalten sich in topographischer Beziehung genau wie die inneren Siebstränge der Achse, denen sie ja auch entsprechen. Sie scheinen nämlich bei oberflächlicher Betrachtung erst in grösserer Entfernung von dem Tracheenteil aufzutreten. Indessen finden sich auch hier, wie in der Achse, leicht übersehbare, isoliert liegende Erstlingstracheen, die manchmal ziemlich nahe an den Siebsträngen auftreten (Etr. Fig. 46). Wie in der Achse liegen diese Erstlingstracheen in einem Parenchymgewebe, an welches sich die den Markstrahlen entsprechenden Parenchymstrahlen des Gefässbündels ansetzen (Ps. Fig. 46). Diese Strahlen, die am häufigsten 1 bis 3 Zellen breit sind, sowie das Parenchym des Gefässbündels überhaupt, bestehen aus in der Ebene des Blattes gestreckten unverholzten Zellen, welche in grösserer Menge Chloroplasten führen können.

Die Holzstränge des Leitbündels setzen sich nur aus Tracheen zusammen. Sie verhalten sich, wenn wir von der Oberseite des Bündels ausgehen, in ihrem je nach der Lagerung verschiedenen Bau genau so, wie die Tracheen des inneren Teils des Holzes der Achse von innen nach aussen zu betrachtet, weshalb ich auf die dort gegebene nähere Beschreibung verweise. Nur scheinen hofgetüpfelte Gefässe überhaupt nicht ausgebildet zu werden. Der Mittelnerv tritt an beiden Blattseiten stark hervor, jedoch am meisten auf der Unterseite des Blattes.

Die Nerven erster Ordnung besitzen nur ein bicollaterales, wenig strahlig gebautes Leitbündel von derselben Form, wie sie dasjenige des Mittelnervs aufweist. Der Bau dieser Nerven entspricht sonst vollständig dem des Mittelnerven, nur dass selbstredend alle Gewebeelemente in geringerer Menge vorhanden sind. Auch diese Nerven, sowie diejenigen der nächstfolgenden Ordnung, treten sehr stark hervor. Die kräftigeren Nerven zweiter Ordnung haben ebenfalls ein bicollaterales Leitbündel, welches jedoch nicht mehr die nierenförmige, sondern eine mehr rundliche Form besitzt. Es enthält nur etwa drei Tracheenstränge, welche hauptsächlich aus Spiraltracheen gebildet und durch einreihige Parenchymstrahlen von einander getrennt sind. Die beiden Siebteile enthalten nur je einen Siebstrang. Sie sind immer noch nach aussen zu von Ersatzfasern begleitet, die am zahlreichsten nach der Unterseite des

Blattes zu auftreten, wo der Siebteil in den weiteren Nervenverzweigungen ja auch am längsten erhalten bleibt, wie wir unten sehen werden. Das Nervenparenchym ist ebenfalls noch ziemlich kräftig entwickelt, dagegen finden wir in der Regel schon hier, wie bei den noch höheren Nervenzweigen, kein Kollenchymgewebe mehr unter der Epidermis. Die kräftigeren Nerven dritter Ordnung springen entweder gar nicht oder jedenfalls nur sehr wenig hervor; wir finden höchstens 1 bis 2 Reihen Nervenparenchymzellen. Das Leitbündel ist immer noch bicollateral, besitzt aber nur einen Tracheenstrang, welcher hier, wie bei allen folgenden Nerven, aus lauter Spiraltracheen gebildet wird; auf jeder Seite liegt ein Siebstrang. Der obere Siebteil ist sehr schwach entwickelt und wird nicht von Ersatzfasern begleitet.

Die noch feineren Nerven des Anastomosennetzes haben kollateralen Bau und bestehen nur aus einem Leitbündel, welches sich meistens einfach mitten im Mesophyll befindet und zwar wie gewöhnlich mit seinem Tracheenteil den Palissadenzellen zugekehrt. Ersatzfasern treten, wie zu erwarten ist, nicht auf.

Die freien Nervenendigungen bestehen nur aus Spiraltracheen.

Vergleichen wir den hier geschilderten anatomischen Bau der Nerven des Hyoscyamusblattes mit dem der Nerven der übrigen offizinellen Solanaceenblätter, so bemerken wir eine grosse Uebereinstimmung. Sowohl Fol. Stramonii wie auch Fol. Belladonnae und Fol. Nicotianae besitzen wie Fol. Hyoscyami im Mittelnerv ein grosses, bicollaterales, mehr oder weniger gebogenes Leitbündel, und unterhalb der Epidermis sowohl auf der Ober- wie auf der Unterseite Belege von Kollenchym. Das Nervenparenchym führt hie und da Oxalat, bei Stramonium in Form von Krystallsand und prismatischen Einzelkrystallen (Tschirch. Anat. Atl Pg. 284). Bei den kräftigeren Seitennerven finden wir ebenfalls bicollaterale Leitbündel und zwar, wie bei Hyoscyamus, gewöhnlich bei den Nerven bis zur vierten Ordnung, wo die Leitbündel kollateral werden, indem der obere Siebteil verschwindet. (Arthur Meyer. Drogenkunde II, Pg. 201).

B. Der Blattstiel.

Bei der Besprechung der Morphologie des Blattes haben wir schon gesehen, dass ein Blattstiel ausser bei der zweijährigen Pflanze im ersten Jahre nur noch bei einigen wenigen der untersten Blätter des Hauptsprosses der einjährigen Pflanze ausgebildet wird. Die früher erwähnte Behaarung des Stieles tritt am kräftigsten auf der Unterseite auf. Wir beobachten genau dieselben Haarformen wie bei der Blattspreite, auch stimmen die Grössenverhältnisse der Haare mit den dortigen überein.

Die Flügel des Stieles werden bei den nach den Kotyledonen folgenden, relativ kleinen Erstlingsblättern der beiden Varietäten aus gleichmässig ausgebildeten, abgerundeten Parenchymzellen gebildet, welche reichlich Chlorophyll führen und einige kleine Leitbündel umschliessen. Bei den grossen, gestielten Blättern der Blattrosette der zweijährigen Pflanze dagegen tritt das Parenchym des eigentlichen Blattstieles, welches dem des oben beschriebenen Mittelnerven völlig entspricht, ohne Aenderung seiner Gestalt in den ersten Teil der Flügel ein. Unter der Epidermis besitzen die Flügel dieser Blätter ebenso wie der Stiel selber Kollenchymgewebe, welches so stark entwickelt werden kann, dass es bei kleineren Blättern $^1/_4$, bei grösseren bis $^3/_4$ der Querschnittslänge der Flügel, vom Gipfel bis zum eigentlichen Stiel gerechnet, völlig ausfüllen kann. In den Flügeln aller gestielten Blätter finden wir, je nach der Grösse der ersteren, 1 bis 8 kleine rundliche Leitbündel in jedem Flügel (Fig. 36); Petit (1887, Pg. 343) giebt irrtümlich nur 2 an jeder Seite an. Die grösseren derselben sind bicollateral, mit gewöhnlich nur einem Tracheenstrang, die kleineren kollateral, mit einem Siebteil gegen die morphologische Unterseite zu. Die Siebteile können an der Aussenseite von Ersatzfasern begleitet werden. Die allerkleinsten Leitbündel bestehen bisweilen nur aus Tracheen.

Im eigentlichen Stiel treten ebenfalls solche kleine Leitbündel auf, in einer Anzahl von 1 bis 5 an jeder Seite des grossen medianen Gefässbündels (Fig. 36). Vesque (1885, Pg. 301) giebt für

die Solanaceen im allgemeinen ihrer nur 2 für jede Seite an. Es ist zu bemerken, dass die seitlichen Hälften des Stieles bezüglich der Zahl der kleinen Leitbündel nicht symmetrisch zu sein brauchen. Die Form und der Bau der Gefässbündel sowie der sonstige Bau des Stieles ist genau so, wie es bei dem Mittelnerv oben beschrieben wurde. Die Stiele der anderen offizinellen Solanaceen-Blätter verhalten sich ähnlich (Arthur Meyer. Drogenkunde II Pg. 201). Der von Datura Stramonium ist rinnig und enthält ein grosses, hufeisenförmiges, bicollaterales Gefässbündel und 2 kleine seitliche, ebenfalls bicollaterale. Der Stiel von Nicotiana Tabacum besitzt etwa Halbkreisform, führt ein grosses, medianes, nierenförmig gebogenes, bicollaterales Gefässbündel in der Mitte, und an beiden Seiten ein kleines Leitbündel. Sklerotische Fasern können hie und da das grosse Bündel begleiten. Die beiden Stiele gleichen in ihrem weiteren anatomischen Bau völlig den Mittelnerven der betreffenden Blätter, stimmen also in dieser Beziehung mit Fol. Hyoscyami überein. Bei Atropa Belladonna ist zwischen dem Bau des Stieles und dem des Mittelnervs überhaupt kein Unterschied zu verzeichnen.

Der anatomische Bau der Kotyledonen unterscheidet sich nicht wesentlich von dem der soeben beschriebenen Laubblätter, nur fehlen Haare sowie Kollenchymbelege unter der Epidermis der Nerven. Der Blattstiel führt bloss ein medianes, bicollaterales Leitbündel, welches meist nur zwei Tracheenstränge enthält.

VIII. Morphologie und Anatomie der Blüte.

Wir wollen, um einen Ueberblick zu gewinnen, zunächst kurz den morphologischen Aufbau der Blüte skizzieren, indem wir uns dabei der Hauptsache nach den Darstellungen Eichlers (1875, Pg. 203 u. f.) anschliessen und das in Fig. 52 dargestellte Diagramm unserer Beschreibung zu Grunde legen:

Die unangenehm riechenden, ganz kurz gestielten Blüten von Hyoscyamus niger L. entsprechen der Blütenformel K (5) C (5) A (5) G $\underline{(2)}$. Bei einigen Pflanzen der einjährigen Varietät aus dem hiesigen bot. Garten fand ich einzelne Blüten, die anstatt fünf sechs Kelch- und Kronenzipfel sowie sechs Staubblätter besassen; das Gynoeceum dagegen war normal. Bei wildwachsenden Pflanzen habe ich derartige Anomalien nicht beobachtet. Die genetische Folge der Kelchblätter und somit der Anschluss des Kelches an das β-Vorblatt ist, soweit ich aus der Litteratur habe ersehen können, nicht direkt, weder entwicklungsgeschichtlich noch aus der Knospenlage der Kelchblätter, festgestellt worden, dagegen habe ich schon bei der Besprechung der Verzweigungsverhältnisse die Angabe Schumanns (1890, Pg. 307) angeführt, welche besagt, dass er simultane Anlage der Kelchblätter beobachtet hat und also eine Kelchspirale nicht hat verfolgen können. Ich selber bin auf eine embryonal-entwicklungsgeschichtliche Untersuchung der Blüte nicht eingegangen und habe weder in der Stellung der Kelchteile zu einander, noch in der verschiedenen, und zwar offenbar ganz unregelmässig variierenden Grösse derselben in jungen Knospen Anhaltspunkte für die Bestimmung der Folge der Kelchblätter gewinnen können. Die Stellung der Kelchblätter in dem Diagramm ist deshalb nur nach Analogien mit anderen Solanaceenblüten erschlossen; so hat z. B. Payer (1857, Pg. 539) für Nicotiana rustica, Warming (1869, Pg. 59) für Scopolia atropoïdes, Eichler (1869, Pg. 107) für Petunia die $^2/_5$-Spirale des Kelches embryonal-entwicklungsgeschichtlich verfolgt. Letztgenannter Autor giebt in seinem Diagramm von Hyoscyamus albus (1875, Pg. 203) dieselbe Spirale an, spricht sich aber nicht darüber aus, ob er sie in der obigen Weise ermittelt oder nur durch vergleichende Betrachtungen erschlossen hat. Ferner hat Wydler (1851, Pg. 397 und 408; 1857, Pg. 225; 1866, Pg. 516) aus der Kelchdeckung oder der verschiedenen Grösse der Kelchteile in jungen Knospen dieselbe Spirale im Kelche von einigen ausländischen Solanum-Arten, die er nicht hat bestimmen können und ausserdem bei Solanum marginatum, S. citrullifolium, S. Dulcamara, Atropa Belladonna, Sarracha viscosa und Schizanthus erschlossen.

Es ist zu bemerken, dass das zweite Kelchblatt bei den pentameren Solanaceenblüten im allgemeinen median nach hinten fällt, und dass das erste gegen das α- das dritte gegen das β-Vorblatt gestellt ist. Die Präfloration des Kelches ist bei Hyoscyamus niger klappig.

Mit dem Kelche alternierend folgen die fünf Kronenblätter und mit ihnen wiederum abwechselnd die fünf Staubblätter, welche in der Kronenröhre inseriert sind. Die Präfloration der Krone war, wie auch von Schumann (1890, Pg. 317) angegeben, absteigend cochlear; sie soll nach Wydler (1851, Pg. 250) bei Hyoscyamus sehr variieren können; indessen hat er sie ebenfalls oft absteigend beobachtet. Ueber das Zustandekommen der Deckung werde ich weiter unten nähere Angaben machen. Die gamopetale Krone ist vor Sepalum 3 tiefer geschlitzt (im Diagramm angedeutet) und ihre Teile werden von hier aus nach oben zu allmählig ein wenig gefördert; dies in Verbindung mit der Länge der Staubgefässe, die von Sepalum 3 nach der entgegengesetzten Seite successiv abnimmt, wie die Zahlen des Diagramms angeben, bedingt die schräge und unregelmässige Zygomorphie der Hyoscyamus niger Blüte. Unregelmässig ist sie insofern als die Kronenhälften selten genau symmetrisch sind, und zweitens, weil sich das Androeceum, wie aus dem Gesagten hervorgeht, nicht symmetrisch teilen lässt. Die Symmetrie-Ebene führt also durch Sepalum 3, nicht wie der Regel nach bei den zygomorphen Solanaceenblüten durch das erste Sepalum (Eichler 1875, Pg. 203). Die beiden Carpelle stehen hier, wie überhaupt bei den zygomorphen Blüten dieser Familie, in der allgemeinen Symmetrie-Ebene; sie müssen also bei Hyoscyamus eine Abweichung von der Mediane nach der entgegengesetzten Seite zeigen, wie bei den übrigen mit zwei Fruchtblättern versehenen Solanaceenblüten. Wydler (1851, Pg. 250) sucht diese Erscheinung dadurch zu erklären, dass er zunächst zwei dimerische Fruchtblattcyclen als das Normale für die Solanaceae annimmt und in dieser Beziehung Nicotiana quadrivalvis als Typus aufstellt. Es sollte dann bei Hyoscyamus in der Regel nur der äussere, bei den meisten anderen dagegen nur der innere Fruchtblattcyclus ausgebildet werden (1866, Pg. 517). Als Stütze für diese Auffassung giebt er an, es kämen zuweilen bei der Gattung Hyoscyamus auch 3-fächerige Fruchtknoten vor. Eichler (1875, Pg. 206) sagt, nachdem er die eben beschriebene Auffassung erwähnt hat, über die Schrägstellung der dimeren Fruchtblattcyclen der Solanaceen folgendes: „Doch lässt sich auch vorstellen, dass der schrägen Zygomorphie zu Gefallen eine Verschiebung aus ursprünglich medianer Stellung stattgefunden habe, bei den gewöhnlichen Solaneen bis in die Ebene von Sepalum 1, bei Hyoscyamus in die von Sepalum 3. Für letztere (diese) Ansicht könnte geltend gemacht werden, dass, wie wir oben schon erwähnten, bei den fast regulären Blüten von Datura und Cestrum mitunter wirklich Medianstellung oder nur eine geringe Verschiebung aus der Mediane beobachtet wird; doch ist das allerdings nur eine schwache Stütze. Ueberdies müsste die Verschiebung schon in den erzeugenden Geweben vor sich gegangen sein, da, wie wir sahen, die Carpiden gleich bei ihrer Entstehung die Stellung des ausgebildeten Zustands haben, und eine solche Annahme hat ebenfalls ihr Bedenkliches, wenn sie gleich nicht unmöglich wäre. Ich ziehe es unter diesen Umständen vor, die Frage auf sich beruhen zu lassen, und sie späterer Entscheidung anheim zu geben."

Die Placentation des zweifächerigen Fruchtknoten der Hyoscyamus-Blüte ist centralwinkelständig. Ein hypogyner Discus wie bei vielen anderen Solanaceen, z. B. Atropa Belladonna, Nicotiana u. a. gelangt hier nicht zur Ausbildung.

Ueber die Entwicklungs-Geschichte der Hyoscyamus niger Blüte finden wir, soweit ich habe ersehen können, nur bei Schumann einige Angaben. Ich habe schon die von ihm beobachtete Entstehung des Kelches erwähnt. Er sagt (1890, Pg. 317) ferner folgendes: „Hyoscyamus ist eine Pflanze, bei der die Ausbildung der Zygomorphie nach Anlage der Staubgefässe sich entwickelt. Der Kelch, sowie die Blumenblätter und die Staubgefässe werden ganz wie an einer actinomorphen Blüte angelegt. Nachher tritt aber eine Dehnung des Blütenbodens auf in der Richtung der Borragoidachse (Dehnungsquotient d. h. lange durch kurze Axe der Ellipse = 12,5 : 10 — 15 : 11) und zu gleicher

Zeit eine Verbreiterung des nach dem rückwärtigen Ende des Borragoids gelegenen Teiles derselben. Die erwähnten beiden Dehnungserscheinungen haben eine doppelte Wirkung: einmal wird durch die Längsstreckung die Stellung der Carpiden verursacht, welche in den Enden der langen Achse der Ellipse sich ausgliedern, und zweitens wird durch die Verbreiterung des nach dem unteren Ende des Borragoids gerichteten Teiles die Aestivation der Corolle von Hyoscyamus hervorgebracht. Bis zu dem Zeitpunkte, in dem die letzte Dehnung stattfindet, decken die Blumenblätter sich noch nicht. Nun wird das hinterste mit seinen beiden benachbarten Genossen etwas nach aussen gerückt, daher übergreifen die letzten beiden regelmässig die vorderen, das hinterste deckt wieder die benachbarten. Auf diese Weise wird jene regelmässige, von hinten nach vorn absteigende Deckung erzeugt, welche allen Hyoscyamusblüten eigentümlich ist. Die Verbreiterung des Blütenbodens bewirkt ferner, dass das hintere Karpid immer etwas breiter ist als das vordere.“ Diese Differenz in der Carpellgrösse soll nach Schumann auch noch sub anthesi, obwohl nicht sehr ausgeprägt, zu erkennen sein; ich selber habe nur in seltenen Fällen einen schwachen Grössenunterschied bemerken können.

Ich möchte zuletzt nur noch die in der Litteratur vorkommenden Angaben über die bei den verschiedenen Blattformationen der Blüten anderer Solanaceen stattfindende genetische Succession der Glieder kurz referieren, soweit dieselbe nicht schon im Vorhergehenden berücksichtigt worden ist. Bei Nicotiana rustica entstehen nach Payer (1857, Pg. 539) sowohl die Krone wie auch die Staub- und Fruchtblätter simultan. Warming (1869, Pg. 59, 61 und 63) beobachtete bei Scopolia atropoïdes successives Entstehen der Kronenblätter jedoch nicht nach einer bestimmt ausgesprochenen Spirale, sondern in der Richtung von vorn nach hinten. Die Staubgefässe schienen in den meisten Fällen gleichzeitig zu entstehen und zwar mit gleich grossen Primordien; in einigen Fällen waren die hintersten Primordien kleiner als die anderen. Warming nimmt in diesen Fällen eine entsprechende zeitliche Ungleichheit in der Entstehung an. Die Carpelle wurden gleichzeitig angelegt. Bei Petunia entstehen nach Eichler (1869, Pg. 107) die Krone sowie die Fruchtblätter simultan, auch die Staubblätter treten gleichzeitig hervor; ihre spätere Längendifferenz ist gleich bei der Entstehung durch die verschiedene Stärke der Primordien angedeutet.

A. Der Blütenstiel.

Der sehr kurze Blütenstiel ist grün gefärbt und von cylindrischer Form. Er erreicht eine Länge von nur etwa 6 mm, am häufigsten von nur etwa 2 mm; sehr oft bleibt er ganz minimal, so dass die Blüten fast sitzend erscheinen. Der Querdurchmesser beträgt bis 2,5 mm. Bezüglich des anatomischen Baues verhält sich der Stiel im ausgewachsenen Zustande im Princip ganz wie die vorher beschriebene secundär verdickte Achse; ich mache deshalb im Folgenden hauptsächlich auf die beobachteten, ziemlich unwesentlichen Abweichungen aufmerksam. Die Epidermiszellen sind wie bei der Achse flach tafelförmig, aber sehr viel weniger längsgestreckt; die meisten sind von aussen gesehen polygonal und zwar isodiametrisch, einige auch ein Paar Mal so lang als breit. Die Länge beträgt 32 bis 73 μ, die tangentiale Breite 32 bis 73 μ und die radiale Breite 29 bis 51 μ. Der unter der Epidermis liegende Teil der Aussenrinde besteht aus etwa 7 bis 8 Zellschichten, von denen die äusserste wie bei der Achse Chlorophyll führt. Die Zellen sind wie die Epidermiszellen viel weniger längsgestreckt als bei der Achse; meist sind sie von aussen gesehen isodiametrisch oder höchstens 4-mal so lang als breit; sonst verhalten sie sich wie die der Achse. Von den nächstfolgenden Zellreihen werden höchstens zwei bis drei der äussersten als Kollenchym entwickelt. Der übrige Teil der Aussenrinde wird aus einfachem abgerundeten oder tangential gestrecktem Parenchym gebildet. Die äusseren Sklerenchymfasern treten nur ganz vereinzelt auf und liegen meistens einzeln, nicht wie oft bei der Achse in Gruppen zusammen; ähnlich verhalten sich die inneren Sklerenchymfasern, nur habe ich hier ab und zu einzelne, aus höchstens drei Elementen bestehende Gruppen bemerkt. Die sonstige Ausstattung der Fasern ist die gleiche wie bei der Achse. Das innere Leptom tritt nicht, wie der Regel nach bei der Achse in getrennten Inseln

oder Nestern auf, sondern die Gruppen fliessen hier zusammen und bilden eine breite, ringsum fast geschlossene Zone, die die des äusseren Leptoms an Massenentwicklung weit übertrifft. Ein durchweg dünnwandiges Mark, wie bei dünneren Achsen, füllt die Mitte des Stieles aus; nur ausnahmsweise habe ich eine Markhöhle wie bei der Achse vorgefunden.

B. Der Kelch.

Wir müssen bei dem bleibenden Kelch von Hyoscyamus zwei verschiedene Zustände auseinander halten, erstens denjenigen, in welchem er sich befindet, wenn die Blüte befruchtungsreif ist, und zweitens denjenigen, in welchem er sich bei der Fruchtreife befindet. Im ersteren Zustande hat er den Höhepunkt der Entwicklung als Schutzorgan der Blüte erreicht, im zweiten Zustande dagegen bildet er ein Anhängsel der Frucht (im Sinne Arthur Meyers c. f. Drogenkunde II Pg. 352), indem er der an der Basis dünnbleibenden Kapsel von Hyoscyamus als Stütze dient. An der völlig entwickelten Blüte ist der grüngefärbte, gamosepale Kelch glockenförmig, mit fünf aufrechten spitzen, etwa dreieckigen, gleichgrossen Zipfeln (Fig. 53 und 54), und erreicht eine Länge von höchstens 2 cm. Er setzt nach der Befruchtung der Blüte längere Zeit sein Wachstum fort und umschliesst und überragt bei der Fruchtreife die Frucht. Er erweitert sich dabei bedeutend an seinem unteren Teil, nimmt eine mehr krugförmige Gestalt an und erreicht eine Grösse bis zu 3 cm. Der Kelch wird im Laufe seines Wachsthums allmählig steifer und steifer, trocknet zuletzt stark ein, und die Zipfel erscheinen nun stachelspitzig. Die Aussenseite des Kelches ist infolge der sehr starken Behaarung weiss-filzig.

1. Die Nervatur des Kelches.

Dieselbe ist schon an der befruchtungsreifen Blüte fertig entwickelt. Es treten in der Regel zehn kräftigere Nerven in den Kelch ein, und ausserdem zwischen je zwei von diesen kräftigeren einige schwächere in verschiedener Anzahl, gewöhnlich drei. Von den kräftigeren Nerven verlaufen fünf in gerader Linie bis zur äussersten Spitze der fünf Zipfel, jeder bildet also den Mittelnerv eines Kelchblattes. Die anderen fünf ziehen ebenfalls beinahe durch den ganzen Kelch an der seitlichen Grenze der einzelnen Kelchblätter, also in der Richtung nach der Mitte der oberen Einbuchtungen; sie teilen sich ein kleines Stückchen vom Rande entfernt gabelig und schicken nach rechts und links einen Zweig aus, der in je einen Zipfel hineintritt, hier wiederum nicht weit vom Rande verläuft und sich kurz unterhalb der Spitze des Zipfels mit dem Mittelnerv des betreffenden Blattes vereinigt. Von den schwächeren Nerven ist gewöhnlich einer, der mittlere, der kräftigste und längste; er durchläuft etwa $^3/_4$ des Kelchblattes, die übrigen seitwärts zu ihm gelegenen etwa $^1/_4$ bis $^1/_3$ desselben. Sie können nun alle in ihrem unteren Teil ziemlich lange aufwärts strebende Zweige erster Ordnung ausschicken, und solche können ebenfalls von den genannten kräftigsten Nerven ausgehen. Diese langen, unteren Zweige bilden nach den Seiten zu keine Anastomosen aus. Erst kurz bevor die seitlichen der oben erwähnten schwächeren Primärnerven enden, also etwa $^2/_3$ bis $^3/_4$ der Kelchlänge vom oberen Kelchrande entfernt, fangen seitliche Anastomosen an. Wir finden nun nach oben zu ein vollständiges Maschennetz mit in den Maschen frei endigenden Nervenenden, genau wie wir es bei dem Laubblatte gesehen haben. Am Rande der Zipfel bilden sich ebenfalls Netzmaschen aus, dagegen habe ich nur äusserst selten freiendigende von der Aussenseite dieser Maschen ausgehende Nervenzweige beobachtet, was ja beim Laubblatte eine sehr häufige Erscheinung ist.

2. Die Epidermis.

Bei der befruchtungsreifen Blüte besteht die Epidermis der Ober- und Unterseite aus flachtafelförmigen Zellen, die ungefähr an den obersten zwei Dritteln des Kelches stark wellig gebogene Seitenwände besitzen, weiter nach unten zu dagegen allmählig geradwandiger werden und 4- bis 6-seitig erscheinen. Die Zellen sind von der Fläche gesehen entweder isodiametrisch oder nach einer Richtung

gestreckt; über und in der Nähe der kräftigeren Nerven geschieht die Streckung nach der Längsachse. Die Aussenwände sind ziemlich stark verdickt, auch die Innenwände können sich über den kräftigeren Nerven etwas verdicken. Die Wände geben Cellulosereaktion, selbstredend mit Ausnahme der glatten Kutikula, die hier wie überall die Reaktionen cutinisirter Lamellen zeigt. Der Durchmesser der von der Fläche etwa isodiametrischen Zellen variiert am häufigsten zwischen 36 und 109 μ, ihre Tiefe von 18—42 μ. Im Laufe des späteren Wachstums des Kelches verändern sich die Epidermiszellen nur wenig; sie sind bei der Fruchtreife an der ganzen Kelchinnenseite mit gewellten Seitenwänden versehen und dabei am untersten Drittel derselben Seite längsgestreckt; ferner verdicken sich auf der Unterseite der ganzen unteren Hälfte des Kelches die Seitenwände; diese Wände sowie die Innenwände können grosse ellipsenförmige Tüpfel ausbilden; sonst sind die Zellen ganz so gebaut, wie es oben beschrieben wurde. Wir finden auf beiden Seiten Stomata und Haare in die Epidermis eingeschaltet; der Bau der ersteren entspricht völlig dem der Stomata der Laubblätter. Die Haare verhalten sich in den beiden Stadien des Kelches in den meisten Punkten gleich. Sowohl auf der Aussenseite wie auf der Innenseite ist der Kelch behaart, auf der Aussenseite über die ganze Fläche, vorzüglich jedoch an der unteren Kelchhälfte; auf der Innenseite ist eine untere kleine Partie völlig unbehaart, nach oben zu treten Haare allmählig reichlicher auf, ohne dass jedoch die Behaarung die Dichtigkeit wie auf der Aussenseite erreicht. Die gewöhnlichen beiden Hyoscyamus-Haarformen kommen zugleich vor. Die einfachen Haare scheinen auf der Innenseite an Anzahl zu überwiegen; sie erscheinen relativ kurz und kaum mehr als 3—4zellig. Sub anthesi varriiert die Länge von 40 bis 183 μ, die basale Breite von 20 bis 40 μ. Bei der Fruchtreife schwankt die Länge zwischen 60 und 495 μ, meist übersteigt sie nicht 160 μ; die basale Breite varriiert zwischen 20 und 55 μ. Von den meist sehr langgestielten Drüsenhaaren besitzen ganz vereinzelte sub anthesi mehrere Basalzellen, im Gegensatz zu denen der Achse und des Laubblattes. Bei der Fruchtreife dagegen ist dies eine ganz allgemeine Erscheinung; ich habe bis 8 Basalzellen vorgefunden, welche von aussen gesehen völlig den umgebenden Epidermiszellen gleichen. Die Länge der Drüsenhaare variiert bei der befruchtungsreifen Blüte zwischen 285 und 4000 μ, die basale Breite meist zwischen 35 und 114 μ; bei der Fruchtreife liegt die Länge der meisten Haare zwischen 800 und 4000 μ, die basale Breite zwischen 75 und 165 μ. Im Übrigen ist der anatomische Bau der Haare derselbe wie beim Laubblatte.

3. Das Mesophyll.

In der oberen Hälfte des Kelches besteht das Mesophyll bei der befruchtungsreifen Blüte aus einer gegen die Oberseite zu gelegenen Reihe dünnwandiger schlauchförmiger Palissadenzellen, die senkrecht zur Blattfläche stark gestreckt sind und ziemlich grosse Lufträume zwischen sich lassen. Sie reichen ungefähr bis zur Mitte des Kelchquerschnittes und schliessen sich entweder mit einer fast kreisrunden oder mehr fussförmigen Endfläche der Epidermis an. Auf der Unterseite finden wir etwa 2—4 Zelllagen ebenfalls dünnwandiger Schwammparenchymzellen, die sehr locker verbunden sind. Die Schwammparenchymzellen sind manchmal, wie diejenigen des Laubblattes, in derselben Richtung wie die Palissadenzellen gestreckt, sehr oft aber senden sie auch in ganz beliebiger Richtung kürzere oder längere Arme aus. Der Uebergang vom Schwammparenchym zum Palissadengewebe geschieht wie beim Laubblatte durch eine oder zwei Zelllagen mehr abgerundeter Parenchymzellen, die hier wie dort sehr oft Oxalat führen; dasselbe ist meist wohl in Form von Drusen oder mehr unregelmässigen Krystallaggregaten vorhanden, kann aber auch die anderen beim Laubblatte erwähnten Formen annehmen. Das ganze Mesophyll führt grosse Mengen von Chloroplasten. Nach unten zu geht am Kelche allmählig das Palissadengewebe der Oberseite in Schwammparenchym über, dessen Zellen parallel zur Blattfläche stark gestreckt erscheinen; eine ähnliche Form nimmt nach und nach das Schwammparenchym der Unterseite an, nur sind die Zellen viel weniger gestreckt und das Gewebe bei weitem nicht so locker gebaut als dasjenige der Oberseite. Bei der Fruchtreife treten prinzipielle Aenderungen im hier geschilderten Baue des Mesophylls nicht auf; die Elemente scheinen sich nur vergrössert zu haben.

4. Die Nerven.

Wir werden zunächst den anatomischen Bau des Mittelnerven des Kelchblattes der befruchtungsreifen Blüte betrachten. Der Mittelnerv tritt ebenso wie die übrigen kräftigen Nerven am oberen Kelchteil auf der Unterseite etwas hervor und führt nur ein relativ grosses, bicollaterales Leitbündel von rundlichem Querschnitt. Sein Holzteil ist besonders stark entwickelt; von fertig ausgebildeten Tracheen zeigt ein Querschnitt jedoch höchstens 5—6 kleine Gruppen gegen die Oberseite hin, jede aus 1—6 ziemlich schwach verholzten Spiraltracheen bestehend. Der ganze übrige Teil des Holzteils wird aus faserförmigen Zellen gebildet, welche ihre definitive Ausbildung noch nicht erreicht haben; auf dem Querschnitte liegen sie in unregelmässigen Reihen, sind zartwandig und zeigen noch gar keine Verholzung. Die Siebteile der Ober- und Unterseite des Nerven bestehen aus je 3—5 isoliert liegenden Siebsträngen, wovon jeder aus etwa 4—10 Elementen gebildet wird. Die Siebteile nehmen im Vergleich zum Holzteil nur einen sehr geringen Raum ein. Zu beiden Seiten wird das Leitbündel gegen das Mesophyll von einer Reihe dünnwandiger, senkrecht zur Längsachse des Bündels gestreckter Parenchymzellen abgegrenzt. Zwischen den Siebsträngen, und ausserdem nach der Ober- und Unterseite zu, den ganzen Raum bis zur Blattepidermis ausfüllend, finden wir 2—6 Reihen schlauchförmiger, längsgestreckter Nervenparenchymzellen. Der Bau der Epidermiszellen ist schon oben beschrieben worden. Betrachten wir jetzt den Bau des Mittelnerven des Kelchblattes im zweiten Stadium des Kelches, nämlich bei der Fruchtreife, so bemerken wir folgende Veränderungen: Die Tracheengruppen bestehen jetzt aus 5—12 Elementen, von welchen nun einige netzförmig, hauptsächlich treppenförmig verdickt erscheinen (Fig. 11); die Weite derselben betrug 6,6—15 μ, die Länge der Gefässglieder war wie bei der Wurzel 90—345 μ. Die faserförmigen Zellen haben die definitive Gestalt echter Sklerenchymfasern angenommen und zeigen intensive Verholzung. Sie besitzen dieselben Formen wie diejenigen der Wurzel (Fig. 13a, b, c, d); ihre Tüpfel sind meist ziemlich gross, rundlich oder elliptisch, seltener schmal spaltenförmig. Die Weite der Fasern betrug 5—25 μ, die Länge 109—855 μ und die Wanddicke 3—4 μ. Auf der Unterseite des Holzes finden wir oft die äussersten Reihen der faserförmigen Zellen unverdickt und unverholzt. Den in den verschiedenen Kelchstadien oben geschilderten Aufbau besitzt die Hauptmenge der Nerven, nur dass selbstredend bei kleineren Nerven die verschiedenen Gewebe in geringerer Menge auftreten. Ueberall aber ist der Holzteil stark entwickelt, vor allem die aus faserförmigen Zellen bestehende Partie desselben, und gerade der grossen Menge verdickter Sklerenchymfasern verdankt der Kelch seine bei der Fruchtreife steife Beschaffenheit sowie die früher erwähnten Stachelspitzen der fünf Zipfel, denn diese werden ganz oben nur aus dem von der Epidermis überzogenen Leitbündel gebildet. In der unteren Hälfte des Kelches sind die Nerven so dicht neben einander gelagert, dass am ausgewachsenen Kelche sich die Sklerenchymfasern der verschiedenen Nerven an vielen Stellen nach den Seiten hin berühren. Bei den feinsten Nerven des Anastomosennetzes kann der obere Siebteil verschwinden. Derartige feine Nervenzweige liegen einfach mitten im Mesophyll und bestehen nur aus äusserst wenigen Siebelementen und Tracheen; aber auch hier bilden immer noch die Sklerenchymfasern die Hauptmenge des Holzes.

C. Die Krone.

Die gamopetale Krone (Fig. 55) ist trichterförmig, die Kronenröhre nach unten zu etwas spitz zulaufend, nach oben zu sich allmählig erweiternd. Der Saum besitzt fünf stumpfe Zipfel, die am Rande meist in der Mitte schwach eingeschnitten erscheinen; zuweilen zeigt auch nur der hintere, in die Symmetrieebene fallende Zipfel einen derartigen Einschnitt. Die Krone erscheint an der Aussenseite relativ schwach behaart und besitzt an dem sichtbaren oberen Teil eine mattgelbe Färbung mit violetten Adern; der Schlund ist fast gleichmässig violett gefärbt. Ueber die Verteilung des Farbstoffes wird weiter unten Näheres mitgeteilt werden.

1. Die Nervatur der Krone.

Die Nervatur lässt sich an frischem Material bequem studieren, wenn man die Krone vorher dadurch durchsichtig macht, dass man in einer teilweise mit Wasser gefüllten Flasche, welche mit der Wasserluftpumpe in Verbindung steht, Wasser in sie hineinsaugt und sie dann in Chloralhydrat beobachtet. Es treten an der Insertionsstelle in die Kronenröhre im ganzen 10 Leitbündel ein, von welchen 5 in die Staubgefässe gelangen. Von den übrigen 5 bildet jedes den Mittelnerv eines Kronenblattes und zieht, wie Fig. 61 zeigt, durch dasselbe hindurch bis ungefähr zu dessen Gipfel. Kurz nachdem der Mittelnerv in das Blatt hineingetreten ist, gehen zwei lange seitliche Zweige erster Ordnung von demselben ab und laufen nach oben zu durch etwa $^4/_5$ des Blattes, indem sie sich mehr und mehr vom Mittelnerv entfernen. Sie vereinigen sich oben schliesslich je mit einem anderen, vom Mittelnerv ausgehenden, aufwärts strebenden Zweig erster Ordnung. Der dadurch abgegrenzte Raum, in dessen Mitte also der Mittelnerv liegt, wird von einem feinen Anastomosennetz ausgefüllt. Weiter nach oben zu sehen wir ebenfalls Zweige erster Ordnung vom Mittelnerv ausgehen, welche durch ihre weiteren Verzweigungen ebenfalls ein Maschennetz ausbilden. Am freien Rande des Zipfels sowie in den einzelnen Maschen beobachtet man viele freiendigende Nervenzweige, die am Rande sich zuletzt sehr oft gabelig teilen. Die oben erwähnten zwei langen, $^4/_5$ des Blattes durchziehenden Zweige erster Ordnung verhalten sich nach den Seiten zu etwas verschieden in ihrem oberen und unteren Teil. Nach unten zu senden sie in ungefähr $^1/_3$ ihrer Länge gar keine Zweige aus, weiter nach oben zu dagegen bildet sich, ganz wie vorher besprochen, ein vollständiges Anastomosennetz aus. Dasselbe bildet den seitlichen Uebergang zum nächsten Kronenblatt.

2. Die Färbung der Krone.

In der Krone treten zweierlei Farbstoffe auf, ein rotvioletter und ein gelber. Etwa die untere Hälfte der Kronenröhre ist vollkommen farblos, die andere Hälfte mit dem Schlunde erscheint dagegen intensiv rotviolett gefärbt, jedoch mit allmählichem Uebergang in die farblose Partie. Der rotviolette Farbstoff ist überall, wo er in der Krone auftritt, im Zellsaft gelöst; wir finden ihn hier sowohl in der Epidermis als auch in den Mesophyllzellen. Am Saum treten die beiden genannten Farbstoffe auf. den rotvioletten beobachtet man nur in den Mesophyllzellen, den gelben dagegen sowohl hier als auch in der Epidermis und zwar ausschliesslich an Chromoplasten gebunden. Dieselben sind von rundlicher Form, sehr empfindlich und leicht zerstörbar. Man beobachtet sie am besten an vorsichtig ausgeführten Flächenschnitten, die man sofort in 5% Zuckerlösung hineinlegt, oder man behandelt zuerst die Krone unter der Wasserluftpumpe, wie oben bei der Nervatur beschrieben wurde und beobachtet dann direkt. Der rotviolette Farbstoff folgt am Saume den Leitbündeln und ihren nächst benachbarten Regionen, wodurch die scharf hervortretende violette Aderung des Saumes zu stande kommt. Nur über dem Mittelnerv des einzelnen Blattes ist er ziemlich sparsam vorhanden, der gelbe aber tritt hier in um so reichlicherer Menge auf.

3. Die Epidermis.

Die nachfolgenden Erläuterungen gelten, wenn etwas anders nicht ausdrücklich gesagt wird, für beide Blattepidermen, die sich in den meisten Punkten ganz gleich verhalten. Die Epidermiszellen besitzen von der Fläche gesehen eine sehr verschiedene Form. Die ungleich grossen Ansprüche, die in den verschiedenen Teilen der Krone an die Epidermis in Bezug auf Festigkeit gestellt werden müssen, sind für die Form massgebend. An der untersten farblosen Partie der Kronenröhre sind die Zellen von der Fläche meist 4- bis 5-eckig, dabei isodiametrisch, einige auch etwas längsgestreckt. Die Seitenwände sind gerade, nicht wie weiter oben gebogen, weil die relativ vielen kräftigen Nerven hier der Krone die nötige Festigkeit gewähren. Die nach oben zu folgenden Zellen in der Region, in welcher der rotviolette Farbstoff gerade anfängt aufzutreten, sind mehr längsgestreckt meist viereckig. An der vollständig rotviolett gefärbten Partie sind die Epidermiszellen von der Fläche häufigst 5- bis 6-eckig,

isodiametrisch, mit geraden, nur ganz selten mit gebogenen Seitenwänden. Gleich am Anfang des Saumes dagegen fangen schon die Epidermiszellen an gebogene Seitenwände zu bekommen, und nehmen nun nach oben zu sehr rasch die Gestalt der in Figur 47 dargestellten Zellen an. Diejenigen Epidermiszellen, welche grade über und neben dem Mittelnerv des einzelnen Blattes und den beiden oben erwähnten kräftigsten von ihm ausgehenden Zweigen erster Ordnung liegen, sind gleich vom Blattgrunde aus stark längsgestreckt, bis 5- bis 6-Mal so lang wie breit, dabei gradwandig. Während diese Nerven nach oben zu etwas schwächer werden, gehen die Epidermiszellen mehr und mehr in die isodiametrische Form über, die Wände fangen an sich zu biegen, und schliesslich nehmen die Zellen über etwa dem obersten $^1/_5$ bis $^1/_4$ des Verlaufs der Nerven die typische Gestalt der Epidermiszellen an (Fig. 47). Die über den Nerven gelegenen gestreckten Zellen enthalten reichliche Mengen kleiner Stärkekörner. Ueber den übrigen Nerven nehmen die Epidermiszellen nirgends eine besondere Gestalt an. Die in Figur 47 dargestellten mehrmals erwähnten Epidermiszellen besitzen gebogene mit Leisten versehene Seitenwände, deren Kontur vorwiegend aus gebrochenen Linien gebildet wird; nur ab und zu treffen wir mehr wellig gebogene Wandpartien. Die Seitenwände haben nicht von Anfang an ihre gebogene Kontur. Bei jungen Kronenblättern finden wir überall nur Epidermiszellen mit graden Wänden. Die Aussen- und Innenwand ist etwas vorgewölbt, nach aussen bezw. nach innen zu, und die Aussenwand dabei etwas verdickt und von einer dünnen glatten Kutikula überzogen. Die Höhe der Zellen ist ungefähr der Breite gleich; erstere variierte zwischen 22 bis 33 μ, letztere zwischen 20 bis 40 μ. Die Wände geben Cellulosereaktion. Die Leisten (Rippen) der Seitenwände, welche ja häufig bei zarten Blumenblättern auftreten (Haberlandt 1896, Pg. 103), sitzen immer an den einspringenden Winkeln wie es bei Zellen mit gebrochenem Umriss die Regel ist (Koschennikow 1885, Pg. 815). Wir finden an beiden Epidermen Vorsprünge der Seitenwände, die manchmal nur als Pünktchen hervortreten, am häufigsten aber weiter in das Zelllumen hineinragen (Fig. 47) und oft am oberen Ende etwas erweitert erscheinen. Sie reichen nach oben und unten zu von der Aussenwand bis zur Innenwand. Lässt man die Epidermiszellen quellen, z. B. mit Chloralhydrat, so spalten sich oft die Leisten, wie es die Figur 48 zeigt. Es könnte dies darauf deuten, dass die Leisten als eine Art Wandfalten zu betrachten wären, an deren Bildung aber dann nur die eine Membranhälfte zweier benachbarter Zellen teilnimmt. Hiller (1884), der eingehendere Untersuchungen über die genannte Rippenbildung ausgeführt hat, lässt es unklar, ob appositionelles lokales Dickenwachstum an einem Punkte der Membran die Entstehung massiver Rippen verursacht, oder ob intussusceptionelles Wachstum auf einer Reihe von Membranpunkten wirkliche Membranfalten bildet.

Wie am Kelch finden sich auch hier in der Epidermis Stomata und Haare. Ganz unten an der Kronenröhre treten keine Stomata auf. Weiter nach oben zu, ungefähr wo die zwei ersten grossen Zweige erster Ordnung vom Mittelnerv abgehen, können wir an beiden Blattseiten manchmal schon Stomata auffinden, wie es scheint vorzugsweise in der Nähe der Nerven. Sie treten jedoch nur äusserst sparsam auf und sind hier, wie überhaupt an der Krone, vollständig unregelmässig verteilt. Relativ am zahlreichsten sind sie an dem obersten Teil der Zipfel, hauptsächlich in der Nähe des Mittelnerven und seiner obersten Verzweigungen zu finden, jedoch ist ihre absolute Menge auch hier nur gering. In dem Raum zwischen den beiden letzten Nerven erster Ordnung, also sehr dicht am Blattrande, habe ich Stomata bis zu einer Anzahl von 33 auf einem □mm gefunden, eine Zahl, die am Kronenblatte sonst nirgends auch nur annähernd erreicht wird. Die Maximalgrösse der Stomata ist gleich jener bei den Laubblättern, die Minimalgrösse etwas geringer; die Länge schwankt zwischen 25 und 43 μ, die Breite zwischen 18 und 33 μ. Die Zahl der Nebenzellen, die übrigens den umgebenden Epidermiszellen gleichen, fand ich variierend von 3—6. Sonst sind die Stomata ganz wie diejenigen der Laubblätter gebaut. Es sollte nach Hoch (1886, Pg. 58) die Krone bei Hyoscyamus niger vollständig kahl sein; indessen ist dies keineswegs der Fall. Es treten allerdings auf der Oberseite keine Haare auf, auf der

Unterseite dagegen findet man die beiden gewöhnlichen Hyoscyamus-Haarformen (Fig. 44 und 45). Ungefähr das unterste Drittel der Kronenröhre ist unbehaart; nach oben zu fangen dann die Haare an, zunächst in sehr sparsamer Anzahl, allmählig aber reichlicher. In grösster Menge findet man sie über den Nerven und in deren Nähe, vorzüglich in der Nähe der Mittelnerven der Kronenblätter, wo ich im Maximum 10 bis 16 auf einen □mm gezählt habe. Die Drüsenhaare scheinen überall die anderen an Anzahl zu übertreffen. Sie sind ziemlich kurz gestielt, der Stiel meist nur 2- bis 3-zellig; die Anzahl der Basalzellen war drei bis vier. Die einfachen Haare waren meist nicht mehr als 3-zellig und besassen nirgends mehr als eine Basalzelle. Im Uebrigen ist der anatomische Bau der Haare derselbe wie bei den Haaren des Laubblattes. Die Länge der einfachen Haare war 36 bis 218 μ, die meisten jedoch erreichten nicht über 95 μ; die basale Breite variierte von 18 bis 51 μ. Die Länge der Drüsenhaare war am häufigsten 55 bis 328 μ, ihre basale Breite schwankte zwischen 19 und 87 μ.

4. Das Mesophyll.

Ueberall habe ich das Mesophyll an beiden Blattseiten ganz gleichartig ausgebildet vorgefunden. Es besteht durchweg aus vier Schichten dünnwandiger Schwammparenchymzellen. Die Zellen senden am Saum und obersten Teil der Kronenröhre regellos nach verschiedenen Seiten kürzere und längere Arme aus; das Gewebe ist hier sehr reichlich durchlüftet. An etwa $^2/_3$ der Kronenröhre dagegen ist die Durchlüftung sehr viel geringer, die Zellen sind stark in longitudinaler Richtung gestreckt und nur mit kurzen seitlichen Armen versehen, welche sogar an dem untersten Teil des Kronenblattes vollständig verschwinden können. Die Zellen erscheinen dann von der Fläche gesehen viereckig mit ungefähr graden Wänden. Die Länge übersteigt manchmal die Breite um das 6- bis 7-fache. Die Mesophyllzellen führen, besonders in der Nähe der Nerven, ziemlich reichliche Mengen ganz kleiner Stärkekörner.

5. Die Nerven.

Von den Nerven treten der Mittelnerv, die beiden untersten langen Nerven erster Ordnung, sowie der in das Filament eintretende Nerv etwas auf der Unterseite eines jeden Kronenblattes hervor. Das Leitbündel des Mittelnervs ist bicollateral gebaut und von rundlichem Querschnitt. Der Holzteil führt 3 bis 4 Tracheengruppen, die aus je 1 bis 4 verholzten Spiraltracheen bestehen. Diese Gruppen sind auf dem Querschnitte ungefähr in einer Ebene parallel zur Blattoberfläche gelagert. Die Siebelemente der beiden Siebteile liegen in Gruppen zusammen, meistens auf jeder Seite in derselben Anzahl wie die der Tracheen; es können jedoch auch mehrere mit einander verschmelzen. Die einzelnen Gruppen bestehen aus 5 bis 10 Elementen und werden durch 1 bis 3 Reihen Parenchym von den Holzsträngen getrennt. Nach den Seiten zu trennen 1 bis 3 Reihen gestreckter Parenchymzellen die einzelnen Stränge des Leitbündels von einander. Das Nervenparenchym, das ringsum das Leitbündel umgiebt, wird auf der Unterseite aus 5 bis 6, auf der Oberseite gewöhnlich nur aus 2 bis 3 und nach den Seiten zu aus 3 bis 4 Reihen dünnwandiger, schlauchförmiger Parenchymzellen gebildet, die in den innersten Schichten ziemlich englumig, im übrigen grosslumig mit grossen Intercellularen sind. Sie besitzen ihre grösste Ausdehnung in longitudinaler Richtung, manchmal sind sie 5- bis 6-mal so lang als breit. Die Epidermis der Nerven ist schon weiter oben näher berücksichtigt worden.

Der Bau des in das Filament eintretenden Nerven entspricht im Prinzip dem des Mittelnerven, nur ist das Leitbündel ein wenig kräftiger. Man findet im Holzteil bis 7 Tracheenstränge, die aus je 1 bis 5 Spiraltracheen bestehen; der Holzteil hat sich etwas bogenförmig mit der konkaven Seite nach oben gekrümmt. In den beiden Siebteilen liegen manchmal im Ganzen 9 bis 12 Siebstränge. Von den übrigen Nerven besitzen jedenfalls die beiden genannten über der Blattfläche hervortretenden, vom Mittelnerv abgehenden Nerven erster Ordnung ebenfalls deutlich bicollateralen Bau; auch der sonstige Bau entspricht völlig dem des Mittelnerven, nur dass alle Elemente in geringerer Zahl auftreten.

Bei feineren Nerven finden wir kollateralen Bau. Derartige Nerven führen von Siebelementen und Tracheen nur wenige, etwa 2 bis 5. Die Tracheen sind, wie überhaupt im Kronenblatt, lauter Spiraltracheen. Das Leitbündel wird von ein Paar Reihen relativ englumiger, gestreckter Parenchymzellen mit ganz kleinen Intercellularen umgeben. Die feinsten Nervenzweige bestehen nur aus Spiraltracheen, sogar oft nur aus einer einzigen, umgeben von wenig ziemlich dicht schliessendem Parenchym.

D. Die Staubblätter.

Das freiblätterige Androeceum besteht aus 5 Stamina, die mit den Kronenblättern alternieren und, wie gesagt, in der Kronenröhre inseriert sind (Fig. 55). Die Stamina sind alle fruchtbar. Das Filament besitzt bei den drei längeren Staubgefässen eine Maximallänge von ungefähr 1,5 cm, bei den kürzeren (1 und 2 Fig. 52) eine solche von wenig über 1 cm; es erscheint quergeschnitten von runder Form und verjüngt sich allmählig nach oben zu (Fig. 56 f.). Etwa das unterste Drittel des Filaments ist behaart. Die Antheren haben eine Länge von 3 bis 5 mm; der grösste Querdurchmesser beträgt etwa 2 mm. Ihr Konnektiv (c. Fig. 56) tritt auf der Rückenseite der Anthere hervor. Es ist unten verbreitert und läuft nach oben spitz zu. An dem verbreiterten Teil ist das Filament inseriert. Die Antheren sind wie bei den übrigen Solanaceen intrors (Eichler 1875, Pg. 204). Die Pollensäcke sind wie gewöhnlich paarweise einander genähert; die so entstandenen beiden Thecae (p. Fig. 56) haben die Form eines nach der Längsachse des Staubblattes gestreckten, an beiden Enden etwas spitz zulaufenden Wulstes; dieser schwachen Verjüngung der Thecae wegen erscheint die Anthere oben und unten etwas ausgerandet. Die Antheren sind intensiv rotviolett gefärbt, das Konnektiv jedoch etwas schwächer als die Thecae; nur diejenigen Stellen, wo sich die Anthere öffnet, sind durch zwei farblose, schmale Längsstreifen markiert. Den rotvioletten Farbstoff, der im Zellsafte gelöst ist, sehen wir in der ganzen Wand auftreten. Zerstreut auf dem Filament kann man ebenfalls ab und zu ganz geringe Farbstoffmengen in der Epidermis finden, der Regel nach ist aber das Filament farblos. Die Anthere springt durch zwei Längsspalten auf, welche je zwei Pollensäcke öffnen und der gemeinsamen Scheidewand derselben folgen.

Ueber die Verstäubungsfolge der Antheren finden sich bei Wydler (1851, Pg. 245 und 250) folgende Angaben: „Die Verstäubung schreitet einseitig, zickzackförmig zu beiden Seiten der symmetrischen Teilungsebene der Blüthe fort“ und ist dabei „absteigend“, d. h. erfolgt von hinten nach vorn, genau in derselben Ordnung, wie die Länge der Stamina zunimmt. Sie geschieht also in der von den Zahlen des Diagramms Figur 52 angegebenen Ordnung; das kürzeste Staubblatt stäubt zuerst, nicht wie sonst allgemein bei den Solanaceen das längste zuerst (Eichler 1875, Pg. 204). Ich mache jedoch auf die folgende Bemerkung von Wydler (1866, Pg. 518) aufmerksam: „Die Verstäubungsfolge bei den Solaneen ist manchen Veränderungen unterworfen, die von äusseren Verhältnissen (Wärme etc.) abhängen mögen.“

I. Anatomie des Filaments.

Den Bau der in die Staubblätter eintretenden Leitbündel, soweit sie in der Kronenröhre verlaufen, haben wir schon Pg. 50 kennen gelernt. Nachdem sie in die Stamina hinübergetreten sind, verändern sie sich nur insofern, als sich der Holzteil mehr und mehr krümmt, ohne dass neue Elemente hinzukommen, so dass die Tracheen sehr bald einen vollständigen, lockeren Ring bilden, welcher in seiner Mitte höchstens drei bis vier Lagen gestreckter Parenchymzellen umschliesst. Rings um den Tracheenring herum liegen die Siebstränge. Das ganze Leitbündel liegt mitten im Filament. Zwischen Leitbündel und Epidermis liegen auf dem Querschnitte etwa zehn Lagen schlauchförmiger, mit meist geraden Querwänden versehener, höchstens 60 μ breiter Parenchymzellen, deren Länge die Breite 4- bis 8-mal übertrifft. Zwischen den Zellen befinden sich grosse, senkrecht verlaufende, und kleine, wagerecht verlaufende Intercellularen. Die Epidermis wird aus gestreckten Zellen gebildet, die bis 6- oder 8-mal so lang und 1,5- bis 2,5-mal so hoch als breit sind. Von der Fläche erscheinen sie meist

viereckig, mit geraden Wänden; bei einzelnen sind die langen Seitenwände schwach wellig gebogen. Einige Zellen besitzen meisselförmig zugeschärfte oder zugespitze Enden. Die Seiten- und Innenwände der Epidermiszellen sind dünn, die letzteren dabei schwach nach innen vorgewölbt. Die Aussenwände sind etwas verdickt, ebenfalls vorgewölbt und mit einer glatten Kutikula versehen. Relativ grosse Plasmamengen erfüllen die Epidermiszellen.

Wir finden auf dem Filament die beiden gewöhnlichen Hyoscyamus-Haarformen; die meisten sind jedoch secernierende Haare. Sehr oft beobachten wir an den ausgewachsenen Stamina Drüsenhaare, deren Köpfchen nur durch Transversalwände geteilt sind. Die Basalzellen der Haare erscheinen von der Fläche gesehen bedeutend breiter als die umgebenden Epidermiszellen. Die Länge der einfachen, meist 3- bis 5-zelligen Haare betrug am häufigsten 72 bis 380 μ, die der Drüsenhaare 218 bis 510 μ. Im Uebrigen ist der anatomische Bau der Haare derselbe, wie er für die Haare des Laubblattes beschrieben wurde.

2. Anatomie der Anthere.

Das Konnektiv ähnelt in seinem Bau dem Filament, verhält sich aber in einigen Punkten anders als dieses. Die Epidermiszellen sind nicht wie diejenigen des Filaments stark längsgestreckt, sondern meist ungefähr so breit als lang, wenn auch bisweilen schwach gestreckte zu beobachten sind. Die Zellen sind entweder so hoch als breit oder die Breite übersteigt die Höhe etwa um das doppelte. Von der Fläche aus gesehen erscheinen sie von unregelmässiger Kontur mit ganz unregelmässig gebogenen oder gekrümmten Seitenwänden. Die Wände sind alle zart, die Seiten- und Innenwände am dünnsten. Die Aussenwand ist mit einer gestreiften Kutikula überzogen, deren Streifen meist quer zur Längsrichtung des Konnektivs, manchmal aber auch nach anderen Richtungen verlaufen. Während am Filament keine Stomata auftraten, bemerken wir solche in geringer Zahl zerstreut auf dem Konnektiv. Sie sind von oben gesehen von rundlicher Form; die Länge variiert von 22 bis 36 μ, die Breite von 18 bis 36 μ. Meist umgeben drei bis fünf Nebenzellen die Stomata. Das Parenchym des Konnektivs besteht aus abgerundeten, sehr zartwandigen Zellen; in der Nähe des Leitbündels sind sie ziemlich englumig und etwas längsgestreckt. Das Leitbündel des Filaments setzt sich einfach in dem Konnektiv fort und durchläuft dasselbe bis zu dessen Spitze. Der Bau des Leitbündels ist genau wie im oberen Teil des Filaments, nur dass der Holzteil etwas kräftiger entwickelt ist und sehr oft bis 40 Spiraltracheen aufweist, die dabei sehr dicht zusammen liegen und meist nur ein bis zwei Schichten Parenchym umschliessen. Die Siebstränge scheinen höchstens fünf bis sechs Siebstrangselemente zu führen.

Ueber den Bau der Pollensäcke ist folgendes zu bemerken:

Die Scheidewand zwischen den beiden Fächern jeder Antherenhälfte ist kräftig entwickelt und springt stark hervor. Schneiden wir eine Anthere kurz vor dem Aufspringen durch, so beobachten wir in der Regel grosse seitliche Vorsprünge, Wülste, an der Scheidewand (Fig. 49, w). Ich sah sie ab und zu in diesem Stadium der Anthere stark reduziert, zusammengeschrumpft, und sie traten dann nur als kleine seitliche Höcker hervor. Ueber diese seitlichen, leistenartigen Vorsprünge finden wir bei Halsted (1890, Pg. 103), welcher dieselben als ein Charakteristikum für die Solanaceae im allgemeinen betrachtet, einige Angaben; er bildet die Leisten bei den Gattungen Datura und Physalis sowie bei Solanum rostratum und S. carolinense ab. Ferner finden sich Zeichnungen der Wülste in Martius, Flora brasiliensis (1846, vol. X, fasc. XI), für Solanum fastigiatum und variabile (Tab. 5, Fig. 52 u. 61), sowie für Solanum anoacanthum (Tab. 7, Fig. 46); ferner auch bei Leclerc du Sablon (1885, Taf. IV 1.) für Datura Stramonium. Die Wülste werden wie die Scheidewände überhaupt aus ganz zarten abgerundeten oder mehr prismatischen Parenchymzellen gebildet, die zur Zeit des Aufspringens der Anthere den grössten Teil ihres Plasmainhaltes verloren haben. Die Konturen der Wülste sind nicht scharf, sondern es befinden sich die äussersten Zellen in einem Zustand des Zerfallens oder der Auflösung.

Die Wände der Pollensäcke bestehen bei der Antherenreife in der Regel nur aus einer Epidermis und einem darunter liegenden Endothecium, an dessen Innenseite noch Zellreste zu beobachten sind. Die Epidermis wird meist aus tangential gestreckten Zellen gebildet, die bis 5- oder 6-mal so breit (quer zur Antherenachse) als lang und dabei ein wenig abgeplattet, polygonal und mit meist ziemlich geraden Wänden versehen sind. Je mehr wir uns den Stellen des Aufspringens an der Vorderseite der Anthere nähern, desto mehr werden die Epidermiszellen isodiametrisch; direkt über den Stellen des Aufspringens sind sie auffallend klein. Innen- und Seitenwände der Epidermiszellen sind ausserordentlich zart, die Aussenwände etwas verdickt und mit Kutikularleisten versehen. In der Epidermis finden sich Stomata. Das Endothecium besteht fast auf der ganzen Pollensackwand in der Regel nur aus einer, seltener aus zwei Zelllagen; nur nach dem Konnektiv zu verbreitert sich die Faserzellschicht, wie das Schema (Fig. 49) zeigt, und man beobachtet hier immer 2 bis 4 Zelllagen. Die Zellen sind prismatisch, von der Fläche gesehen meist 5- bis 6-seitig, dabei oft etwas tangential gestreckt. Ihre sonst ausserordentlich zarten Wände tragen verholzte Verdickungsleisten. Diese verlaufen sowohl über die Aussen- wie über die Seiten- und Innenwände hinweg, ähnlich wie bei Nicotiana Tabacum (Leclerc du Sablon, 1885, Pg. 119 u. f.; Taf. 3 Fig. 20 und 21); dasselbe ist bei Atropa Belladonna der Fall (Arthur Meyer, 1892, II Pg. 274). Sie verlaufen auf den Innenwänden entweder, und zwar am häufigsten, etwa in der Richtung parallel zur Längsachse der Anthere, ab und zu seitlich unter sich anastomosierend, oder sie kommunicieren kräftiger miteinander, wobei sie dann manchmal von der mittleren Wandpartie nach allen Seiten ausstrahlen (Fig. 62). Die Leisten setzen sich, wie gesagt, auf den Seitenwänden fort, wo sie schwach anastomosierend neben einander verlaufen, und treten schliesslich auf die Aussenwand über, indem sie sich hier durchweg parallel zur Antheren-Längsachse ordnen (Fig. 63).

Nach Untersuchungen von Leclerc du Sablon (1885, Pg. 129) ist beim Aufspringen der Antheren immer das Oeffnen auf eine besondere Ausbildung der fibrösen Zellen in Bezug auf Zahl und Anordnung ihrer Verdickungsleisten zurückzuführen, indem beim Eintrocknen der Faserzellen und dem dadurch erfolgenden Wasserverlust der Wände eine Schrumpfung dieser letzteren zu stande kommt, die sich hauptsächlich auf die unverdickten Wandpartien erstreckt. Steinbrinck schliesst sich in dieser Frage der Kamerling'schen Kohäsionshypothese an (1898, Pg. 97 u. f.; ferner die Arbeit: Ueber den hygroskopischen Mechanismus von Staubbeuteln und Pflanzenhaaren), die besagt, dass die Kontraktion der Faserzellen durch die Kohäsion ihres verdunstenden flüssigen Inhalts bewirkt wird. Auch Schwendener (1899) hat sich mit dem Problem des Oeffnens der Antheren beschäftigt; er gelangte zu einem Resultat, das im Prinzip mit dem von Leclerc du Sablon gewonnenen übereinstimmt. Auch meine an Antheren von Hyoscyamus niger angestellten Experimente, die nach den von Schwendener angewendeten Methoden (1899, Pg. 2 und 3) ausgeführt wurden, zeigten u. a. deutlich, dass die Kontraktion der Wände der Faserzellen erst dann beginnt, wenn die Flüssigkeit aus diesen Zellen verschwunden ist, also hier unmöglich auf eine Kohäsion im Sinne Steinbrinck's zurückzuführen ist, vielmehr muss ich mich entschieden der Ansicht Leclerc du Sablon's und Schwendener's anschliessen. Erinnern wir uns an den oben geschilderten anatomischen Bau der Faserzellen bei Hyoscyamus, so begreifen wir, dass die Kontraktion der Aussenwände in der Richtung senkrecht zur Längsachse der Anthere eine bedeutend grössere sein muss, als die der Innenwände. Die ganze Pollensackwand krümmt sich infolgedessen beim Austrocknen derart, dass die Aussenseite die konkave Seite des Bogens einnimmt.

Aus dem Schema (Fig. 49) geht hervor, dass die fibröse Zellschicht nicht ununterbrochen um das ganze Pollenfach herum verläuft. An der Insertionsstelle der Fachwand an der Scheidewand stösst erstere mit ausserordentlich zartwandigem Parenchym zusammen, und diese Stelle ist deshalb, zumal da die Pollensackwand hier am schmälsten ist, als Zerreissungsstelle für das Aufspringen der Anthere praeformiert. Innerhalb des Endotheciums kann man zuweilen bei noch nicht ganz reifen Antheren eine oder zwei Reihen zartwandiger Parenchymzellen beobachten, die jedoch manchmal schon obliteriert oder

halb aufgelöst erscheinen. Bei völlig reifen Antheren sind gewöhnlich nur einige kleine Zellreste auf der Innenseite des Endotheciums übrig.

3. Die Pollenkörner.

Die freien Pollenkörner sind schwach gelblich, nicht weiss, wie von Warnstorff (1896, Pg. 44) angegeben wurde, und besitzen, trocken auf dem Objectträger oder in absolutem Alkohol betrachtet, die Gestalt eines gestreckten Ellipsoïds. In Glycerin gelegt zeigen sie ebenfalls anfangs die genannte Form, runden sich aber in diesem Medium nach einiger Zeit ab. In Wasser nehmen sie sofort die kugelige Gestalt an. Die Grösse der in Glycerin liegenden Körner beträgt, nach der kleineren Achse des Ellipsoïds gemessen 33,5 bis 42,2 μ. Sie zeigen, in demselben Medium liegend, sehr schön drei oben und unten spitz zulaufende hellere Längsstreifen, die sich als Furchen erweisen (Fig. 64, B u. C). Dieselben haben die biologische Bedeutung, das Austrocknen so weit als möglich zu verhüten, da gerade an diesen Stellen die Membran sehr dünn ist. Nach Fischer (1890, Pg. 44) kommen solche drei in gleichen Abständen um das Korn verteilte Furchen oder Falten bei den meisten Solanaceen vor. Die Familie soll jedoch sehr zu Abweichungen von der dreifaltigen Form neigen, indem oft vier abwechselnd convergierende oder sechs „tetraëdrische“ Falten auftreten, so besonders häufig in den Gattungen: Nicotiana, Solanum, Physalis, Lycium, Atropa, Physochlaena, Hyoscyamus. Das in der That völlig glatte Pollenkorn scheint mit einem erhabenen Netzwerk bedeckt zu sein; wie wir sehen werden, gehört jedoch dieses Netzwerk zur zweiten Schicht des Exiniums. Die Pollenkörner der meisten anderen Solanaceen sind runzlig bis fast glatt (Fischer 1890, Pg. 45). Um den feineren Bau der Pollenhaut zu untersuchen, beobachtet man am besten den Pollen in Karbolsäure oder man stellt Mikrotomschnitte durch denselben her, die man dann in Glycerinwasser betrachtet. Das Exinium ist eine aus einer einheitlichen, gelblichen Masse bestehende wabige Schicht. Auf dem Querschnitt (Fig. 64 A) erscheint dieselbe wie zwei durch Stäbchen (b) verbundene zarte Schichten (a, c); von der Fläche aus sieht man die Wände der Waben als unregelmässiges Maschennetz (Fig. 65). In den oben erwähnten Furchen oder Falten ist das Exinium nur als eine feine, sehr dünne, glatte, einfache Lamelle ausgebildet. Auf einer mittleren rundlichen Partie der Falte des trockenen Pollens fehlt das Exinium sogar völlig, und hier findet das Hinauswachsen des Intiniums und somit die Bildung des Pollenschlauches statt. In jeder Falte ist nur eine solche Austrittsstelle vorhanden. Das Intinium besteht nur aus einer feinen, weisslichen Lamelle, welche bei in Wasser liegendem Pollen an den Austrittstellen ziemlich stark angeschwollen erscheint (Int. Fig. 64 A). Bei den gequollenen Pollenkörnern sind die erwähnten Falten verschwunden, und die dünnen Stellen des Exiniums treten nun als ziemlich breite helle Streifen hervor. Das Intinium wölbt sich dabei in der Regel ganz beträchtlich hervor und schiebt die Ränder des Exiniums in die Höhe. Fritzsche (1837, Pg. 728—29) erwähnt bei Solanum decurrens, ebenso wie wir es hier bei Hyoscyamus gefunden haben, drei in drei Furchen liegende Austrittstellen. Ebenfalls drei Austrittstellen hat Nicotiana Tabacum nach den Zeichnungen de Toni's und Paolletti's (1891, Taf. XII). Das Exinium der Pollenhaut färbt sich intensiv mit Sudan III (Amidoazobenzolazo-β-naphtol), wässeriger Methylenblau- oder Safraninlösung, und wird mit Chlorzinkjod gelb; gegen conc. Schwefelsäure ist es resistent und löst sich in conc. Chromsäurelösung (1+1) vollständig nach etwa 4 Minuten auf. Das Intinium zeigt Cellulosereaktion. Es wird von Sudan gar nicht tingiert und nur ganz schwach bläulich bezw. rötlich von den beiden anderen genannten Farbstoffen gefärbt. Mit Chlorzinkjod wird es violett. Conc. Schwefelsäure oder Chromsäure löst die Intine sofort. Der Protoplast des Pollenkorns führt kleine Stärkekörner.

E. Der Stempel.

Der Stempel ist oberständig und besteht aus Fruchtknoten, Griffel und Narbe (Fig. 54); er überragt bei ausgewachsenen Blüten kaum die längsten Stamina. Die Narbe ist kopfig, etwa planconvex,

mit der konvexen Seite nach oben und mit stark abgerundeten Seiten, dabei etwas parallel zur Scheidewand des Fruchtknotens gestreckt. An der Oberseite des Narbenkopfes befindet sich eine in derselben Richtung verlaufende spaltenförmige Furche. Der Kopf wird dadurch in zwei Hälften geteilt, von denen je eine über der Rückenseite eines Fruchtblattes steht. Die Narbe erscheint dem unbewaffneten Auge rauh; ihre Höhe beträgt 0,5 mm, die Breite nach der grössten Achse etwa 1,75 mm und nach der kleinsten 1 mm. Der an der Spitze des Fruchtknotens inserierte, etwas gekrümmte Griffel (Fig. 54e) besitzt ungefähr cylindrische Form, ist jedoch an etwa dem obersten Fünftel seiner Länge ganz wenig verdickt. Die Querschnittsbreite kann hier bis 0,75 mm betragen, an dem übrigen Teil 0,5 mm; die Maximallänge war 2,2 cm. Der Griffel ist, mit Ausnahme seines obersten Viertel bis Drittel, behaart. Er fällt nach der Befruchtung ab. Auch in der Epidermis des Griffels und der Narbe finden wir rotvioletten Farbstoff. Der Griffel ist in seiner ganzen Länge mit Ausnahme der untersten Partie gleichmässig und ziemlich stark gefärbt, die Narbe dagegen nur auf ihrer Unterseite und in der Regel sehr schwach; selten habe ich die ganze Narbenoberfläche rotviolett gefärbt gefunden. Der Fruchtknoten hat die Form eines von der Seite zusammengedrückten Eis, dessen spitzes Ende nach oben gekehrt ist (Fig. 54 und 57). Ungefähr auf der Mitte befindet sich eine schwache Furche an der Stelle, wo die Frucht später aufspringt. Auf den zusammengedrückten Seiten des Fruchtknotens beobachtet man gerade über der Scheidewand eine in senkrechter Richtung verlaufende schwache Einbuchtung, die zuweilen kaum bemerkbar ist. Der Fruchtknoten ist am obersten Teil des zukünftigen Deckels der Frucht behaart, seine Maximallänge war 4,5 mm, seine Breite nach der grössten Querachse 2 bis 3 mm. Die centralwinkelständigen, dicken, fleischigen Placenten des 2-fächerigen Fruchtknotens sind quergeschnitten, ungefähr von halbkreisförmiger oder, wie in schon befruchteten Blüten oft der Fall, mehr nierenförmiger Gestalt (Fig. 66). Sie verjüngen sich nach oben zu und reichen nicht ganz bis zur obersten Grenze der Scheidewand. Nach unten setzen sie sich in ein stielartiges Gebilde fort, über dessen oberen Teil der untere Rand der dicken Placenten sich manschettenartig vorschiebt (Fig. 57). Die ausserordentlich zahlreichen anatropen Samenknospen, die ganz dicht neben einander gelagert sind, stehen ungefähr senkrecht von der ganzen Oberfläche der Placenten ab und haben sonst keine bestimmte Anordnung. Das Erscheinen der Samenknospen an den Placenten erfolgt nach den übereinstimmenden Angaben Payer's (1857, Pg. 738) und Huisgen's (1873, Pg. 18) in basipetaler Folge.

Ueber die Natur der Placenten der Solanaceen haben sich im Laufe der Zeit verschiedene Meinungen geltend gemacht, von denen hier einige Platz finden mögen. Payer, der die Placenten als Achsengebilde betrachtete, beschreibt (1857, Pg. 540) den Entwicklungsgang derselben bei Nicotiana rustica folgendermassen: „Au pied de chacun de ces bourrelets (die beiden Fruchtblattwülste) primitifs, on remarque une petite excavation qui devient de plus en plus profonde, en sorte qu'à un certain âge, l'ovaire se trouve creusé de deux trous. Ces trous sont les loges, et c'est sur la cloison qui les sépare et se renfle en placenta qu'apparaissent les ovules." Auch Huisgen sah die Solanaceenplacenten als Achsengebilde an. Er sagt in seiner 1873 erschienenen Abhandlung Pg. 17 u. f.: „Bei meinen Untersuchungen an Solanum Dulcamara bemerkte ich folgendes: In einem gewissen jugendlichen Alter zeigt ein Querschnitt durch die regelmässig fünfzählige Blüte das Ovarium als eine ganz mit Zellen ausgefüllte Masse, nur befindet sich vor jedem Fruchtblatt ein schmaler Streifen, welcher dasselbe von der innern Gewebemasse trennt. Das Dermatogen auf der innern Seite der Fruchtblätter wie auf der innern Masse ist deutlich zu erkennen. An den beiden Stellen, wo die Fruchtblätter mit einander verwachsen sind, bilden sie mit der innern Zellenmasse ein zusammenhängendes Gewebe. Die beiden schmalen Spalte, die sich vor jedem Fruchtblatte befinden, erweitern sich beim spätern Wachsen immer mehr und bilden so die beiden Fächer des Fruchtknotens, die durch die mittlere Zellenmasse von einander getrennt sind. Auf einem Längsschnitt desselben Stadiums, welcher durch die Mitte der Fruchtblätter geht, in denen das Prokambium schon deutlich wahrzunehmen ist, sieht man folgendes: Die von Payer

erwähnte Scheidewand bildet eine direkte Fortsetzung der Blütenachse, die sich, gerade wie bei den Primulaceen, in die Ovariumhöhle hinein erhoben hat. In einer gewissen Höhe, ungefähr Zweidrittel des ganzen Fruchtknotens, bemerkt man deutlich das durch die Verwachsungen an den erwähnten Stellen allerdings etwas verzogene Dermatogen der Achse; wo diese aufhört, setzen sich die beiden Auswüchse der Fruchtblätter, die so weit mit ihr zusammenhängend geblieben waren und dadurch die Scheidewand im Fruchtknoten vollständig gemacht hatten, noch etwas weiter fort, bis sie mehr nach oben hin verschwinden. Ob dieselben wirklich bloss später entstandene Auswüchse der Fruchtblätter sind, oder ob sie von Anfang an als Verbindungsleisten zwischen Achse und Carpellen direkt mit aus dem Blütenboden emporwachsen, vermag ich nicht anzugeben, doch glaube ich nach meinen Beobachtungen über das analoge Verhalten der später anzuführenden Ericaceen eher das letztere annehmen zu müssen. Die von Payer erwähnten immer tiefer werdenden Löcher zu beiden Seiten der Scheidewand sind also die zwischen den Fruchtblättern und der Achse durch deren weiteres Wachstum gebildeten Zwischenräume, in welche später die Samenknospen zu liegen kommen."

Gegen die oben zitierte Auffassung Payer's und Huisgen's spricht sich A. Braun (1874, Pg. 48) in seinem Referat über die Arbeit Huisgen's in folgender Weise aus: „Bei den Solanaceen sollen die Placenten Achsengebilde sein, eine aus der Beschreibung der Entwickelung, wie sie Payer und der Verfasser geben, keineswegs notwendig zu folgernde Annahme, welche völlig hinfällig wird, wenn man die Gruppe der Nolaneen berücksichtigt und Nicotiana multivalvis vergleicht, eine in den Gärten häufig kultivierte Pflanze, die vielleicht nur eine monströse der N. quadrivalvis ist, dadurch ausgezeichnet, dass nach normalem Staubblattkreis zwei oder drei sich umschliessende Kreise von Fruchtblättern vorhanden sind, von denen jedes ein für sich geschlossenes Fach mit besonderer Placenta bildet."

Es mögen zuletzt noch die folgenden Bemerkungen Čelakovsky's aus seiner umfassenden Arbeit über die Placenten der Phanerogamen wiedergegeben werden. Pg. 42 sagt er: „Eichler betrachtet zwar, wie auch Cramer (Bot. Zeitg. 1868 Nr. 15), die zentrale Placenta der Scrofularineen, Solaneen u. s. w. für rein carpellär, weil diese Placenta oft nach oben durch eine allmählig immer tiefer werdende Furche in die beiden wandständigen Scheidewände übergeht. Allein dieses und noch sicherer die Antholysen beweisen nur, dass die Carpelle hier (wie übrigens in allen anderen Fällen) an der Zentralplacenta jedenfalls Anteil haben und sie es sind, welche die Eichen erzeugen; doch das Vorhandensein einer Achse, an welche der Carpellarteil gebunden wäre, wird damit nicht notwendig negiert. Der Fehler der bisherigen morphologischen Systeme war eben der, dass sie sich (wie auch bei der Beurteilung des unterständigen Fruchtknotens) immer nur die Alternative stellten: „entweder axil oder carpellär", während die Möglichkeit eines an die Achse gebundenen Carpellarteiles gar nicht in Betracht gezogen wurde. So behauptet Huisgen, zufolge der histologischen Entwickelungsgeschichte sei die Zentralplacenta bei den Solaneen, Lobeliaceen, Ericaceen ein Achsengebilde, während Eichler deren Entstehung aus verwachsenen Blatträndern für offenbar erklärt. Es haben aber Beide Recht, indem Beide ihrer morphologischen Richtung nach das Hauptaugenmerk auf ganz verschiedenartige, hier aber vereinigte Erscheinungen gerichtet haben."

Die ontogenetische Entwicklungsgeschichte des Stempels habe ich leider nachzuuntersuchen nicht Zeit finden können. Ich habe die obigen Angaben hier referiert, habe aber nicht die Absicht, auf die Frage der morphologischen Deutung der Achsen- oder Blattnatur der Placenten einzugehen, welche aus Gründen, deren Erörterung hier zu weit führen würde, doch ohne zwingendes Resultat bleiben müsste.

I. Verlauf der Leitbündel im Stempel.

Wir beobachten im Fruchtknoten schon dieselbe Anzahl von Leitbündeln, welche wir später in der Frucht vorfinden, nur sind sie nicht alle fertig ausgebildet, sondern zum Teil nur als Initialbündel vorhanden. In dem untersten Teil der eigentlichen Fruchtknotenwand und des nächst

angrenzenden Teiles der Scheidewand bemerkt man etwa 30 Leitbündel, von welchen gegen 20 fertig differenziert hervortreten (Fig. 66 zeigt schematisch die Leitbündel des mittleren Teils des Fruchtknotens einer schon befruchteten Blüte). Diese Leitbündel, von welchen das mediane (m) eines jeden Fruchtblattes am kräftigsten ist, laufen, der Innenseite der Fruchtknotenwand genähert, ohne Anastomosen und einigermassen parallel durch den ganzen unteren Teil des Fruchtknotens bis ungefähr zu der Stelle, wo sich der Deckel der Frucht später ablöst, indem sie nur einige wenige, ziemlich lange aufwärts strebende Zweige aussenden. Kurz nachdem die Leitbündel in den zukünftigen Deckel eingetreten sind, fangen seitliche Anastomosen an; es bildet sich über die ganze Fläche des Deckels, mit Ausnahme einer kleinen centralen Partie, durch welche, wie wir sehen werden, die Pollenschläuche ihren Weg nehmen müssen, ein vollständiges Maschennetz aus, in dessen Maschen ab und zu blind endigende Leitbündelzweige zu bemerken sind. Die zwei medianen Bündel (Mittelnerven) der Fruchtblätter setzen ihren Weg nach oben fort und laufen in den Griffel hinein. Wenden wir uns nun zu den Leitbündeln der Placenten. Man beobachtet in der untersten stielartigen Fortsetzung der Placenten vier kräftige Leitbündel, von welchen wir weiter oben zwei in jeder Placente an deren Innenseite vorfinden (Fig. 66 und 67 L). Diese zwei Bündel streben durch die ganze Placenta nach oben, indem sie ab und zu seitliche Zweige gegen die Peripherie derselben aussenden (Fig. 67). Wir finden vor der Befruchtung nur verhältnismässig wenige fertig ausgebildete Leitbündel, später treten sie in grosser Zahl auf. Von den äussersten Enden der genannten Zweige gehen nun wiederum kleine Zweige nach allen Seiten ab, die schliesslich die feinen Tracheenstränge für die Samenknospen liefern. Von ihnen tritt je ein Strang in jeden Samenknospenfuniculus ein, und sie sind ebenfalls in der unbefruchteten Blüte noch nicht fertig entwickelt. Die oben genannten vier Hauptleitbündel, wie gesagt zwei in jeder Placenta, treten nach oben zu in die Scheidewand hinein und von dort in den zukünftigen Fruchtdeckel, wo wir die jetzt etwas verzweigten Bündel in der Nähe der erwähnten centralen Partie leitenden Gewebes, anfangs gewöhnlich in einer Anzahl von drei bis vier an jeder Seite desselben finden und zwar diametral entgegengesetzt den beiden Mittelnerven der Carpelle. Sie schliessen sich nun zum Teil dem allgemeinen Anastomosennetz des Deckels an; vier Bündel aber, zwei an jeder Seite, setzen ihren Weg fort. Von ihnen schliesst sich endlich in dem obersten Teil des Fruchtknotens ein Bündel von jeder Seite dem nächstliegenden Mittelnerv eines Carpelles an. Es bleiben also so nur zwei Leitbündel übrig (die verstärkten Mittelnerven); dieselben treten in den Griffel hinein, den sie in gerader Linie durchlaufen, und zwar befindet sich ein Bündel auf jeder der unter den beiden Narbenlappen liegenden Seiten des Griffels. Vom Griffel ziehen die beiden Leitbündel in die Narbenlappen hinein und durchsetzen ungeteilt und ungefähr gradlinig etwa die Hälfte der Narbenhöhe. Es ist schliesslich nur noch zu bemerken, dass man zuweilen im Fruchtknoten ausser den oben genannten noch zwei Leitbündel beobachtet, nämlich in der innersten Partie des schmalen Teils der Scheidewand je ein Bündel an jeder Seite von der Ansatzstelle der Placenten (also etwa bei p. Fig. 66). Sie schliessen sich dann nach oben den aus den Placenten in den obersten Teil der Scheidewand eintretenden Leitbündeln an.

2. Anatomie des Fruchtknotens.

Die Epidermis der Aussen- und Innenseite der eigentlichen Fruchtknotenwand setzt sich aus von der Fläche ungefähr isodiametrischen, etwa 6 bis 22 μ breiten, geradwandigen, 5- bis 6-seitigen Zellen zusammen, die quergeschnitten 4- bis 5-seitig erscheinen. Die Zellen der äusseren Epidermis sind dabei entweder eben so hoch oder höchstens doppelt so hoch als breit, die der inneren Epidermis ebenfalls entweder so hoch als breit, oder die Breite übersteigt die Höhe höchstens um das zweifache. Sämtliche Wände der Epidermiszellen sind ganz dünn, die Aussenwände ein wenig dicker als die übrigen, etwas vorgewölbt und mit einer feinen, glatten Kutikula überzogen. Sie geben alle Cellulosereaktion. In der Epidermis, auch in der inneren, finden wir Stomata, die von der Fläche nach der grössten Achse

gemessen 19 bis 31 μ breit sind und dabei von Nebenzellen in einer Anzahl bis zu 8, die den umgebenden Epidermiszellen gleichen, umgeben werden. Die Stomata sind in der inneren Epidermis auf der ganzen Wandfläche zu finden, in der äusseren dagegen nur in deren unterster Partie. An der Spitze des Fruchtknotens beobachtet man ferner in der äusseren Epidermis Haare, wenn auch nur in geringer Menge. Ich habe nur einfach gebaute vorgefunden, die nicht in Stiel und Kopf differenziert waren. Sie erschienen kurz, dick und stumpf kegelförmig endigend. Ihre Länge übersteigt kaum 80 μ, und die Haare sind in der Regel nicht mehr als 4-zellig.

Die beiden Epidermen der Fruchtknotenwand schliessen ein Parenchymgewebe aus embryonalen Zellen ein. Die Wand nimmt von oben nach unten allmählig an Dicke ab; man beobachtet an der breitesten Stelle 22 bis 24, an der schmälsten nur etwa 7 Zelllagen dieses Parenchyms. Die ersten paar Zellreihen unter der äusseren Epidermis sind isodiametrisch, von der Fläche 5- bis 6-seitig, und die alleräussersten Zellen bilden gegen die Epidermis hin an manchen Stellen gar keine, sonst immer nur winzig kleine Intercellularen aus. Die weiter nach innen liegenden Zelllagen runden ihre Elemente allmählig mehr ab und können recht grosse Intercellularen aufweisen. Bei den innersten zwei bis vier Parenchymreihen, deren Zellen von der Fläche ungefähr isodiametrisch und 5- bis 6-seitig erscheinen, dabei aber bis 3-mal so breit als hoch sind, nehmen die Intercellularen wieder an Grösse und Menge ab, um schliesslich bei der allerinnersten Zellreihe gegen die innere Epidermis nur in ganz geringer Anzahl und in ganz geringer Grösse aufzutreten. Die Parenchymzellen geben alle Cellulosereaktion und führen reichliche Mengen von Chloroplasten und kleinen zusammengesetzten Stärkekörnern, wie diejenigen der Wurzel (Fig. 8); ausserdem aber auch hie und da Oxalat-Krystalle von denselben Formen wie beim Laubblatte Pg. 39 erwähnt, jedoch wohl am häufigsten in Form unregelmässiger Krystallaggregate. Auch Oktaëder kommen vor. Die Grösse der Einzelkrystalle übersteigt kaum 14 μ. Ich mache ausdrücklich darauf aufmerksam, dass sich diejenige Partie der Fruchtknotenwand, in welcher sich der Deckel der Frucht später ablöst, also bezüglich der Ausbildung der Zellen noch in keiner Weise von den übrigen Wandpartien unterscheidet. Dasselbe ist, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, im grossen und ganzen auch mit dem zukünftigen Deckel selber der Fall. Das weiter unten zu besprechende Führgewebe des Griffels setzt sich in gerader Linie durch den Deckel fort, wo wir es auf einem ganz oben geführten Querschnitte als eine kleine rundliche Gewebepartie vorfinden. Wo die Scheidewand ansetzt, erweitert sich das Führgewebe in der Richtung senkrecht zu dieser, so dass wir es hier als einen schmalen Streifen beobachten; es setzt sich dann weiter durch den kleinen, oberen, nicht mit Placenten versehenen Teil der Scheidewand fort; die angrenzenden Scheidewandpartien verbreitern sich dabei knotenförmig. Die Pollenschläuche durchbrechen in der genannten oberen Partie die Scheidewand an beiden Seiten und treten so frei in die beiden Fächer des Fruchtknotens hinein, wo sie die Samenknospen aufsuchen.

Die oben beschriebene innere Epidermis der Fruchtknotenwand setzt sich auf der Scheidewand und den Placenten fort, nur finden wir auf den letzteren keine Stomata. Die Epidermis umschliesst auf der Scheidewand ein ungefähr 6 bis 8 Zelllagen breites Parenchym, dessen äusserste Zellreihen sich im Ganzen so verhalten wie die entsprechenden der Innenseite der Fruchtknotenwand. Die übrigen sind von ganz unregelmässiger Form und sehr locker verbunden. Wo die Placenten ansetzen, geht das Gewebe in ein regelrechtes Schwammparenchym über, dessen Lufträume an Breite die Zellen häufig weit übertreffen. Dasselbe setzt sich auch in den Placenten fort, nur dass die Lufträume hier allmählig kleiner werden und die äussersten Zellreihen gegen die Epidermis dabei manchmal mehr abgerundet sind. Der Inhalt an Oxalat und Stärke in der Scheidewand und den Placenten, sowie die Reaktion der Zellwände, ist ganz wie bei der Fruchtknotenwand.

Mit dem Bau der Samenknospen werden wir uns erst beim Samen beschäftigen.

Die kräftigsten Leitbündel des Fruchtknotens, die in den Placenten zu finden sind (L. Fig. 66), sind von runder Querschnitts-Form und besitzen im Maximum etwa zwanzig unregelmässig geordnete,

jedoch in der Mitte des Bündels liegende Spiraltracheen. Sie haben bicollateralen Bau, der allerdings nicht sehr ausgeprägt ist, da ihre kräftig entwickelten Siebstränge, welche höchstens 15 bis 20 Siebstrangelemente enthalten, unregelmässig in der ganzen Peripherie des Leitbündels angeordnet erscheinen. Sieb- und Tracheenstränge liegen in einem zartwandigen Parenchym aus gestreckten, prismatischen Zellen. Kleinere Bündel des Fruchtknotens, wie sie z. B. in der Fruchtknotenwand zu finden sind, besitzen kollateralen Bau. Die allerfeinsten Bündel führen nur einige wenige Spiraltracheen.

3. Anatomie des Griffels.

Die Epidermis besteht aus gestreckten Zellen, die im Maximum 8- bis 9-mal so lang, dabei bis 3-mal so hoch als breit sind; quergeschnitten sind sie vierseitig, von der Fläche in der Regel ebenfalls vierseitig, höchstens sechsseitig und mit geradlinig verlaufenden Wänden versehen. Die Enden erscheinen meisselförmig zugeschärft, zugespitzt oder gerade. Die etwas vorgewölbte Aussenwand ist ein wenig verdickt und mit einer in der Richtung der Längsachse der Zellen gestreiften Kutikula überzogen. Die Wände geben Cellulosereaktion. Ungefähr in der oberen Hälfte der Griffelepidermis finden wir einige wenige Stomata, die von der Fläche gesehen rundliche Form haben und meist 4 bis 5 Nebenzellen besitzen. Die Behaarung des Griffels ist im allgemeinen schwach, am kräftigsten ist sie am untersten Drittel. Die Basalzellen der Haare gleichen den umgebenden Epidermiszellen, nur sind sie meist auf der Mitte, wo sich das Haar erhebt, von der Fläche gesehen etwas tonnenförmig erweitert. Die Haare sind fast durchweg stumpf-kegelförmig (Fig. 44a) und 1 bis 4zellig; ihre Länge, die am Griffel allmählig von unten nach oben abnimmt, schwankt zwischen 54 und 219 μ. Nur am unteren Griffelteil sind einige Kopfhaare aufzufinden. Ihr Köpfchen ist entweder einzellig oder jedenfalls nur durch Horizontalwände geteilt. Die Kopfhaare sind immer im Vergleich mit den anderen relativ lang (meist 218 bis 327 μ) und mit einem 4- bis 6-zelligen Stiel versehen. Die immer sehr dünnwandigen Haare sind von einer feinen, glatten Kutikula überzogen. Unter der Epidermis folgt ein dünnwandiges Parenchymgewebe und in der Mitte des Griffels das Führgewebe. Das erstere ist nicht überall von gleicher Breite; an den schmälsten Stellen beobachtet man gewöhnlich 6 bis 7, an den breitesten 9 bis 11 Zelllagen. Die Zellen sind schlauchförmig und das Verhältnis ihrer Länge und Breite ist das gleiche wie bei den Epidermiszellen; auch sind die Enden bisweilen wie diejenigen dieser Zellen, meist sind sie allerdings gerade. Zwischen den Zellen bilden sich ziemlich grosse senkrecht und wagrecht verlaufende Intercellularen aus. Das Parenchym enthält zur Blütezeit Oxalatkrystalle meist in Form von Oktaëdern; sie waren im Maximum 13 bis 14 μ lang. In dem innersten Teil dieses Gewebes, in nur kurzer Entfernung vom Führgewebe, finden wir an den beiden Seiten des Griffels, welche unter der Mediane der zwei Narbenhälften liegen, je ein kleines Leitbündel. Dasselbe ist quergeschnitten rundlich und von kollateralem Bau. Seine Sieb- und Tracheenstränge liegen in einem kleinzelligen Parenchym aus im Querschnitt fünf bis sechsseitigen, dabei langgestreckten, dichtschliessenden Zellen. Die Tracheen, die ausschliesslich Spiralverdickungen besitzen, habe ich bis zu einer Anzahl von 18 beobachtet; sie schliessen sich entweder dicht zusammen oder ordnen sich zu Gruppen, die dann ungefähr in einer Ebene parallel zur Griffeloberfläche liegen. Die Gruppen, deren Maximalzahl 5 betrug, enthielten je 2 bis 6 Elemente und waren durch 1 bis 2 Reihen Parenchym von einander getrennt. An der Aussenseite des Tracheenteils, 1 bis 3 Zellreihen von ihm entfernt, finden wir im Siebteil 4 bis 6 Gruppen von Siebstrangelementen, von welchen jede Gruppe bis 10 Elemente enthalten kann. Auch hier trennen 1 bis 2 Parenchymreihen die einzelnen Gruppen von einander. Die ganze Mitte des Griffels wird, wie oben gesagt, vom Führgewebe ausgefüllt. Die Gewebemasse ist etwas nach derselben Richtung wie die Narbe verbreitert und erscheint quergeschnitten von breit elliptischer Form. Man beobachtet an der breitesten Stelle gegen 30 Zelllagen. Die Zellen sind schlauchförmig, sehr englumig, nur 6 bis 13 μ breit, mit etwas verdickten, stark lichtbrechenden Wänden. Sie sind reichlich mit

Plasma gefüllt, und ihr Inhalt ist von bräunlicher Farbe, besonders der der äusseren Zelllagen (Spiritusmaterial). Zwischen den Zellen finden sich relativ grosse Intercellularen. Der Griffelkanal ist an Querschnitten noch aufzufinden und giebt sich als eine feine in der Mitte des Griffels liegende Höhle mit ganz unregelmässiger Kontur zu erkennen. Die Breite der Höhle beträgt höchstens 26 μ. Die die Höhle umgebenden Zellen verhalten sich in keiner Beziehung verschieden von den übrigen Führgewebezellen.

Das Führgewebe, sowie das übrige Parenchym des Griffels, zeigen schwache Cellulosereaktion; es wird in ihnen durch Chlorzinkjod nur eine schwache Violettfärbung hervorgebracht. In dem ganzen Parenchymgewebe des Griffels finden wir zur Blütezeit reichliche Mengen kleiner Stärkekörner.

4. Anatomie der Narbe.

Die etwas flachen Narbenepithelzellen sind von der Fläche fünf- bis sechsseitig, dabei entweder isodiametrisch oder, wie wir sehen werden, nach einer Richtung gestreckt. Die Wände sind alle dünn, die Aussenwand ist mit einer glatten Kutikula überzogen und zu einer kürzeren oder längeren Papille ausgestülpt. Auf der Unterseite der Narbe, gegen den Griffel hin, sind die Papillen immer nur klein und in geringer Anzahl vorhanden, können auch ganz fehlen. Die Ausstülpungen endigen alle stumpf, manchmal sind sie sogar oben etwas angeschwollen und führen reichlich Protoplasma. Sehr oft erreichen sie eine beträchtliche Länge; ihre Maximallänge betrug 185 μ. Um die mit derartigen grossen Ausstülpungen versehenen Narbenepithelzellen herum ordnen sich die umgebenden Zellen strahlenförmig, und diese sind es, welche, wie oben angegeben, etwas in der Richtung des Radius des Kreises gestreckt erscheinen. Das übrige Gewebe der Narbe steht zum Parenchymgewebe des Griffels in engster Beziehung, indem letzteres sich sozusagen in die Narbe hinein fortsetzt. Das das Führgewebe im Griffel umgebende Parenchym biegt direkt nach dem Eintreten in die Narbenlappen nach den Seiten aus und schliesst sich der Epidermis der Narbenunterseite an, wobei die Zellen allmählig eine mehr isodiametrische Gestalt annehmen. Das Führgewebe dagegen läuft durch die ganze Narbe bis zu deren Scheitel hinauf, indem es sich allmählig nach den Seiten zu ausbreitet. Die zentralen Zellen dieses Gewebes, die in gerader Linie von unten nach oben verlaufen, gleichen denjenigen des Führgewebes im Griffel und setzen sich nach oben dem Narbenepithel direkt an; nach den Seiten zu dagegen werden die Zellen immer kürzer und kürzer. Direkt unter dem Narbenepithel beobachtet man so, je nach den verschiedenen Stellen des Narbenkopfes, 1 bis 7 Lagen nur ganz wenig gestreckter polygonaler Zellen. Der Griffelkanal setzt sich durch die Narbe hindurch fort; zuweilen erscheint er beinahe geschlossen.

IX. Biologie der Blüte.

Es würde zu weit führen, hier auf die Biologie der Blüten näher einzugehen. Ich werde mich deshalb darauf beschränken, die schon vorliegenden biologischen Daten kurz wiederzugeben, wie sie sich bei Knuth (1899, Pg. 133) finden, und mache nur darauf aufmerksam, dass die Anhäufung der Blüten der Hyoscyamus-Inflorescenz auf der Rückenseite der sympodialen Achse wahrscheinlich als eine biologische Erscheinung aufzufassen ist, die dazu dient, die Bestäubung wesentlich zu erleichtern. Knuth charakterisiert die Blüte der Gattung Hyoscyamus als homogame Hummelblume, deren Nektar vom Grunde des Fruchtknotens abgesondert und in der Kronenröhre geborgen wird. Im Uebrigen sagt er über Hyoscyamus niger L. wörtlich folgendes: „Die schmutzig blassgelbe, schräg nach unten gerichtete, schwach hälftig-symmetrische Blumenkrone trägt violette Saftmale. Die Staubfäden sind über ihrer Einfügungsstelle behaart; sie legen sich an den nach unten gebogenen Griffel an. Am Grunde derselben

finden sich drei durch Haare verschlossene Zugänge zum Nektar. Da die Narbe die Antheren überragt, so ist bei eintretendem Insektenbesuche Fremdbestäubung begünstigt. Nach Kerner (1891) stehen die Antheren anfangs etwa 7 mm unterhalb der Narbe, doch sind sie schon am Abend bis zur Narbe vorgeschoben, indem die Krone nachträglich gewachsen ist, so dass nun Autogamie eintritt. Antheren und Narbe wechseln, nach Kerner ähnlich wie bei Mandragora, Scopolia u. s. w. die Stellung". Bei Mandragora (l. c. Pg. 132) finden wir den Vorgang folgendermassen beschrieben: „Die Narbe steht anfangs in der Blütenmitte, während die Staubblätter mit noch geschlossenen Antheren der Kronwand anliegen. Nach zwei Tagen hat sich der Griffel seitlich gebogen und liegt nun seinerseits der Kronwand an, während die jetzt pollenbedeckten Antheren nunmehr in der Blütenmitte stehen". Knuth sagt weiter über Hyoscyamus (1899, Pg. 133): „Als Besucher sah bereits Sprengel (1793, Pg. 124—125) Hummeln; ich beobachtete drei Arten derselben: Bombus agrorum F. ☿, B. lapidarius L. ☿ und B. terrester L. ☿, sämmtlich saugend. Hermann Müller (1873, Pg. 276) sah nur eine kleine Biene (Halictus cylindricus F. ♀), Pollen sammelnd. In Dumfriesshire (Schottland) wurde eine Hummel als Besucherin beobachtet (Scott-Elliot 1896, Pg. 124)."

X. Morphologie und Anatomie der Frucht.

A. Morphologie.

Die Frucht ist eine Deckelkapsel, ein Pyxidium (Fig. 58 und 59). Sie besitzt wie der Fruchtknoten die Form eines von der Seite zusammengedrückten Eis. Die Länge beträgt im Maximum 1,7 cm, die basale Breite etwa 1,4 cm, nach der grössten Achse. Der kleine, etwas bräunliche, ungefähr 3 mm hohe Deckel ist aussen rauh und trägt oben eine kleine Spitze, den Rest des Griffels. Ueber den Deckel der völlig reifen Frucht hinweg verläuft, wie auch an dem übrigen Teil des Pericarps, eine schwache Längsfurche, welche der Ansatzstelle der Scheidewand der 2-fächerigen Frucht entspricht. An der durch das Hervortreten der Leitbündel unebenen Deckelinnenseite bemerkt man eine hervorspringende Leiste, welche einen Rest des dem Deckel angehörenden Teiles der Scheidewand repräsentiert; in der mittleren Partie dieser Leiste beobachtet man drei nicht die ganze Deckelwand durchdringende Löcher, zwei parallel zur Scheidewand gestreckte, seitliche (Fig. 58) und ein mittleres, rundliches (in der Fig. 58 nicht hervortretendes) Loch. Letzteres liegt in einer senkrecht zur Scheidewand verlaufenden Furche und ist sowie diese durch Eintrocknen und Absterben der hier gelegenen Führgewebepartien zu Stande gekommen. Die beiden seitlichen Löcher dagegen sind durch das Eintrocknen der von den Placenten kommenden Leitbündel entstanden. An derjenigen Ringzone, an der sich der Deckel ablöst, an der „Aufspringstelle", finden wir aussen eine schmale, etwas erhabene Zone. Der Rand des schon abgesprungenen Deckels krümmt sich ein wenig nach oben. Der ganze unterhalb dieser Zone liegende Teil des Pericarps ist häutig von weissgrüner Farbe, dabei mit rundlichen, den einzelnen Samen entsprechenden Buckeln versehen. Auch die ganze Scheidewand ist häutig und buckelig. Die Placenten findet man in der reifen Frucht zusammengeschrumpft und jede derselben, von der Fläche gesehen, etwa von dreieckiger Form, dabei schwach bräunlich gefärbt. Die Samen liegen in diesem Stadium frei in den Fruchtfächern, oft in einer Anzahl von 500 in einer Kapsel.

Wir haben schon oben im Kapitel VIII den anatomischen Bau des Fruchtknotens kennen gelernt und wollen jetzt diejenigen anatomischen Veränderungen betrachten, welche der Fruchtknoten erfährt, wenn er in die Frucht umgewandelt wird. Mit dem Bau des Samens werden wir uns jedoch erst in den nächstfolgenden zwei Kapiteln beschäftigen.

B. Anatomie des Deckels.

Die Zellen der äusseren Epidermis haben ihre am Fruchtknoten von der Fläche 5- bis 6-seitige Form so gut wie unverändert beibehalten und sind ausserdem ziemlich kleinlumig und unverholzt geblieben. Dabei haben sich die Aussen- und Innenwände ziemlich stark verdickt, während die Verdickung der reich getüpfelten Seitenwände wesentlich geringer erscheint. Die innere Epidermis des Deckels hat ihre Zellen ringsum ausserordentlich kräftig verdickt, so dass nur ein sehr schmales Lumen übrig bleibt; die Seitenwände sind stark gewellt, noch viel stärker als die in Figur 68 abgebildeten inneren Epidermiszellen der übrigen Fruchtwand, denen sie sonst in ihrer Tüpfelung ähneln. Die Zellen sind etwas gestreckt, jedoch nicht nach einer bestimmten Richtung, und ihre Wände sind sämtlich intensiv verholzt. Auch eine direkt unter der inneren Epidermis liegende Zellschicht hat ihre Elemente stark verdickt und verholzt; sie besteht aus kleinen abgerundeten, reichgetüpfelten Zellen, deren Wände sich in der Regel etwas wellen und an manchen Stellen ziemlich grosse Intercellularen zwischen sich lassen. Diese Zellschicht, die beinahe aut der ganzen Innenfläche des Deckels 6 bis 7 Zelllagen stark ist, verbreitert sich etwas nach unten zu an der Grenze gegen die Aufspringstelle, besitzt hier 9 bis 11 Zelllagen und biegt plötzlich in horizontaler Richtung ab, indem sie so zu sagen den Deckel nach unten abgrenzt, um sich schliesslich der äusseren Epidermis anzusetzen. In ihrem horizontalen Verlauf wird diese verholzte Zellschicht immer schmäler und schmäler. Ihre Lagerung im Deckel ist aus der schematischen Figur 70 zu ersehen. An dem den übrigen Raum zwischen den beiden Epidermen des Deckels ausfüllenden Gewebe sind keine wesentlichen Aenderungen eingetreten. Die Zellen sind ziemlich grosslumig geworden und haben alle eine abgerundete Form angenommen; dabei sind sie unverholzt und fast alle dünnwandig geblieben, nur die ersten paar Zellreihen unter der äusseren Epidermis können etwas dickere Wände aufweisen.

C. Anatomie der Aufspringstelle.

An der Stelle des Aufspringens erleidet das gesamte Gewebe während der Fruchtentwicklung keine wesentliche Aenderung. Die Epidermis, die an der Frucht-Innenseite (u) nur 4—5, an der Aussenseite dagegen 20—22 über einander liegende Zellreihen umfasst, bleibt unverholzt, und höchstens die Aussenwände der inneren Epidermis verdicken sich schwach. Das Parenchymgewebe, welches sich von der Innen- nach der Aussenseite der Aufspringstelle zu verbreitert, besteht wie in der Fruchtknotenwand aus kleinen ganz zartwandigen Zellen; es haben in diesem Gewebe lebhafte Zellteilungen stattgefunden.

D. Anatomie des unteren Teiles der Frucht.

Der untere Teil der Frucht umfasst die im Vorhergehenden unter 2 und 3 noch nicht besprochenen Fruchtteile. Die Zellen der äusseren und inneren Epidermis der häutigen eigentlichen Fruchtwand erscheinen jetzt stark nach der Längsrichtung gestreckt und mit wellig gebogenen Seitenwänden versehen (Fig. 68 und 69). Bei der äusseren Epidermis sind die Aussenwände etwas verdickt, bei der inneren umfasst die Verdickung sämtliche Wände und ist sehr intensiv. Die innere Epidermis ist stark verholzt; die Innen- und Seitenwände tragen grosse rundliche oder elliptische Tüpfel (Fig. 68). Die Streckung sowie die Wellung der Zellen der beiden Epidermen nimmt nach oben zu in der Nähe der Aufspringstelle ab. Die Elemente der 1—2 obersten Zellreihen sind isodiametrisch und geradwandig. Das Parenchym der Fruchtwand scheint seine Elemente während der Fruchtentwicklung nicht vermehrt zu haben. Das Gleiche gilt für die Früchte von Nicotiana Tabacum und Atropa Belladonna (De Toni und Paoletti 1891, Pg. 48). Dagegen haben sich naturgemäss die Zellen stark vergrössert und dabei eine schwammparenchymartige Gestalt mit starker Längsstreckung angenommen (p. Fig. 69).

Mit den Geweben der Scheidewand ist nur die prinzipielle Aenderung eingetreten, dass sich die Epidermiszellen im allgemeinen in ähnlicher Weise ausgebildet haben, wie wir es oben bei der inneren Epidermis der eigentlichen Fruchtwand wahrgenommen haben, nur ist bei der Scheidewand die Verdickung der Seitenwände sowie deren Wellung beträchtlicher. Ganz oben an der Scheidewand, wo sich dieselbe dem Deckel ansetzt, bleiben die Epidermiszellen geradwandig und unverdickt. Es kommt dies beim Aufspringen der Frucht in Betracht.

Ueber die Placenten ist nur zu bemerken, dass die Epidermiszellen jetzt verholzt, dabei etwas radial gestreckt und mit gewellten Seitenwänden versehen erscheinen.

E. Die Leitbündel.

In der reifen Frucht sind dieselben jetzt vollkommen differenziert und lassen nun ausser den eigentlichen Sieb- und Tracheenstrangelementen auch einige Sklerenchymfasern (Fig. 13) erkennen, welche kaum über 475 μ lang und 9—11 μ breit werden.

F. Die Inhaltsstoffe.

Zerstreut im Parenchym der Frucht findet sich Oxalat und Stärke von denselben Formen wie beim Fruchtknoten. Die meisten Oxalatkryställchen scheinen jedoch die Form von tetragonalen Oktaëdern zu besitzen, deren Grösse nach der längsten Achse kaum 14 μ übersteigt. Die Stärke gleicht im wesentlichen der der Wurzel (Fig. 8). An der Aufspringstelle fehlt Stärke ganz und gar, dagegen meint Leclerc du Sablon, hier Aleuronkörner gefunden zu haben. Er sagt (1884, Pg. 72): „Le parenchyme qui est en contact du biseau ligneux de la partie supérieure est formé de cellules petites à parois très minces et bourrées de grains d'aleuron, ce qui est très rare dans un fruit.“ Im Gegensatz zu obigem Autor habe ich Proteinkörner in der Fruchtwand nicht nachweisen können; es finden sich dagegen überall relativ grosse Zellkerne, die besonders in der in Frage stehenden kleinzelligen, stärkefreien Gewebepartie stark ins Auge springen. Nach Färbung mit Pikrokarmin oder Boraxkarmin, Differenzierung mit Pikrinsäure und Einschliessen in Canadabalsam beobachtet man leicht dieselben grossen Kerne auch in den mit Stärke gefüllten Zellen. Es scheint mir, als habe Leclerc du Sablon an der Aufspringstelle die Zellkerne für Aleuronkörner gehalten.

G. Das Aufspringen der Hyoscyamus-Kapsel.

Mit diesem Problem haben sich schon früher mehrere Forscher beschäftigt. Steinbrinck (1873, Pg. 46) sagt: „Die Ursache des Aufspringens liegt in der Kontraktion des Parenchyms der Placenta, welches durch deren verholzte, starre Epidermis auf die Scheidewand, und besonders deren verholzte Epidermis, einen Zug nach sich hin ausübt. Da derselbe besonders in der horizontalen Richtung stattfindet, so löst sich die Scheidewand samt dem ganzen unteren Kapselteil, an den beiden Ansatzstellen der ersteren, durch eine kurze Spalte vom Rande des Deckels.“ Leclerc du Sablon (1884) beschreibt zunächst in grossen Zügen die Anatomie der Frucht, der Hauptsache nach in Uebereinstimmung mit unserer Darstellung, und erklärt nun das Aufspringen folgendermassen: „Cette partie du parenchyme (die Aufspringstelle), très aqueuse, se contracte fortement au moment de la dessiccation, et c'est au milieu des cellules qui la composent que se produit la fente de déhiscence. La formation de cette fente est sans doute due à l'inégalité de contraction qui existe entre cette partie molle et la partie supérieure lignifiée.“ Die Interpretation des Aufspringens bietet auch meiner Ansicht nach keine Schwierigkeiten, wenn wir uns an den anatomischen Bau der Frucht erinnern und zugleich die auch von Leclerc du Sablon (1884, Pg. 23) ausgesprochene allgemeine Regel ins Auge fassen, dass unverholzte Zellwände beim Austrocknen einer viel grösseren Kontraktion unterworfen sind als verholzte. Obgleich nun aber jede der beiden oben zitierten Betrachtungsweisen für sich im stande ist, das Aufspringen annäherungsweise

zu erklären, glaube ich doch, dass sämtliche Kontraktionen der verschiedenen, von den beiden Autoren genannten Gewebe beim Aufspringen so innig zusammenwirken, dass wir sie notwendigerweise bei der Erklärung des Phänomens alle gleichzeitig heranziehen müssen. Zwei Momente aber, welche weder Leclerc du Sablon noch Steinbrinck berücksichtigt haben, spielen ganz sicher ebenfalls eine grosse Rolle. Keiner von beiden erklärt z. B. wie und weshalb sich der Deckel von der Scheidewand gerade an der Ansatzstelle der letzteren ablöst. Die Ursache ist indessen sicher in der bei der Anatomie beschriebenen schmalen zartwandigen obersten Scheidewandpartie zu suchen, durch die ein Zerreissen gerade an dieser Stelle prädestiniert ist. Ebenfalls erwähnen die genannten Autoren nicht, dass man immer den äusseren Rand des abgesprungenen Deckels etwas nach oben gekrümmt vorfindet, obgleich diese Erscheinung gewiss auch nicht ohne Interesse ist, wie ich sogleich auseinandersetzen werde (siehe hierzu die Fig. 70). Dass eine Krümmung wie die genannte zu stande kommen muss, erklärt sich einfach aus der verschieden grossen Kontraktionsfähigkeit der unverholzten Aussen- und der verholzten Innenseite des Deckels. Erinnern wir uns nun ferner, dass am unteren Fruchtteil die äussere Epidermis relativ dünnwandig, unverholzt und kontraktionsfähiger ist als die innere, verholzte und dickwandige, so ist es leicht einzusehen, dass beim Austrocknen ein Zerreissen der zarten Zellen der Aufspringstelle schon infolge der hier erwähnten anatomischen Verschiedenheiten wenigstens eingeleitet werden muss.

XI. Entwicklungsgeschichte des Samens.

Die Samen von Hyoscyamus niger gehen aus anatropen Samenknospen, welche nur ein dickes Integument besitzen, hervor. Das Integument besteht aus 7 bis 9 Zelllagen polygonaler, embryonaler, meist sehr kleiner Zellen. Nur die äussere Epidermis hebt sich durch die Grösse ihrer Zellen etwas von dem übrigen Gewebe des Integuments ab. Ihre Zellen sind etwas abgeflacht, von der Fläche gewöhnlich 5- bis 6-seitig, geradwandig, isodiametrisch oder etwas längsgestreckt, am Samenknospenstiel oft 4-seitig; sie bräunen sich hier sehr frühzeitig. Die mit Plasma dicht gefüllten Zellen des Integuments führen reichliche Mengen kleiner Stärkekörner. Das Nucellusgewebe ausserhalb des Embryosacks besteht aus nur einer Zelllage, deren Zellen etwas grösser sind als die des Integuments, mit Ausnahme der der äusseren Epidermis desselben. Nach der Befruchtung finden lebhafte Zellteilungen im Integumente statt, die Zellen vergrössern sich stark, runden sich dabei oft ab und lassen Intercellularen zwischen sich. Das Integument füllt sich allmählig mit grösseren Stärkekörnern, die einen centralen Kern erkennen lassen. Während der Grössenzunahme der Zellen der äusseren Epidermis, welche hauptsächlich in tangentialer, jedoch auch stark in radialer Richtung stattfindet, haben sich die Seitenwände derselben völlig gebogen, und die Aussenwände erscheinen bald ein klein wenig dicker als die übrigen. Sonst ist aber keine Veränderung mit den Zellen eingetreten; erst wenn der Samen beinahe seine definitive Grösse erreicht hat, differenzieren sich die Epidermiszellen weiter. Es fangen dann die Innenwände und die Seitenwände mit Ausnahme ihrer oberen Partie (r Fig. 71) an, sich zu verdicken, die ersteren unter Ausbildung von Tüpfeln, die zuweilen verzweigt erscheinen. Die Tüpfel bleiben nicht lange erhalten; sie sind deshalb bei der Droge nie vorzufinden. Die Verdickung der äusseren Epidermis geht ziemlich weit; die dicken Wandpartien färben sich gelblich. Kurz vor der Samenreife beginnt in den Epidermiszellen die Anhäufung bräunlicher lockerer Massen (o Fig. 71). Sie lagern sich hier den Wänden entlang, hauptsächlich aber an den oberen dünnen Partien der Seitenwände ab. Erst wenn die eben besprochenen Verdickungen in der äusseren Epidermis schon etwas vorgeschritten sind, beginnt das übrige Integumentgewebe, mit der inneren Epidermis anfangend und dann allmählig nach aussen zu fortschreitend, seinen Inhalt zu verlieren und zu obliterieren. Die obliterierten Zellen, die sich bräunlich färben, werden von dem

heranwachsenden Endosperm, welches den Keimling umschliesst, zusammengepresst und bilden schliesslich unterhalb der äusseren Epidermis eine dichte Schicht (obl. Fig. 71), in welcher man die einzelnen Zellen nicht mehr direkt zu erkennen vermag, sondern nur hie und da kleine Löcher, die Reste der Zelllumina sieht. Das eine Zelllage dicke Nucellusgewebe, welches wir oben bei der Samenknospe bemerkten, vergrössert während der Samenentwicklung seine Elemente hauptsächlich in tangentialer Richtung. Die Zellen erreichen bei weitem nicht die Grösse derer des Integuments. Wir erkennen noch kurz vor der Samenreife diese Zelllage an der inneren Grenze des obliterierten Integumentgewebes, wenigstens an einigen Stellen (p. Fig. 71), während sie an anderen schon jetzt obliteriert sein können. Die Wände der Zellen, die zuletzt braun gefärbt erscheinen, verdicken sich etwas, und zwar meistens die Innenwände. Bei der völligen Samenreife, also in dem Zustande, in welchem uns die Samen in der Droge vorliegen, sind die Nucelluszellen der Regel nach ganz und gar obliteriert und haben sich infolge des Druckes, den das jetzt sehr kräftig entwickelte Endosperm ausübt, dem obliterierten Integumentgewebe und somit der Samenschale dicht angeschlossen. Nur ausnahmsweise können wir dann an einzelnen Stellen die Zellen direkt erkennen.

XII. Morphologie und Anatomie des reifen Samens.

A. Morphologie.

Die nach der grössten Achse 1,30 bis 1,40 mm langen Samen von Hyoscyamus niger sind graubraun, grubig, mehr oder weniger nierenförmig und zusammengedrückt. Bei oberflächlicher Betrachtung erscheinen sie matt, bei genauerer Beobachtung dagegen erkennt man leicht mit der Lupe kleine glänzende Punkte oder Streifen von roter, gelber, grüner und blauer Farbe. Diese Punkte oder Streifen treten am spärlichsten auf den Leisten auf, die, wie Figur 60 zeigt, überall an der Samenoberfläche hervortreten; wir bemerken sie am reichlichsten in den Gruben zwischen den Leisten. Sehr schön sind die Farben zu sehen, wenn man die trockenen Samen unter dem Mikroskope bei 60- bis 100-facher Vergrösserung betrachtet. Auf diese Erscheinungen hat schon C. van Wisselingh (1892) aufmerksam gemacht. Er meint, dass sie durch Lichtinterferenz zu Stande kommen, was ja wohl auch zweifelsohne der Fall ist. Sie verschwinden im durchfallenden Lichte, oder wenn man die Samenschale unter Wasser betrachtet. v. Wisselingh zeigte durch Isolation der dünnen Aussenwand der Epidermiszellen, dass die Interferenzerscheinungen gerade an diese Wände geknüpft sind, und man kann sich in der That leicht davon überzeugen, dass sich die Sache so verhält. Die Erscheinungen würden also, wie er auch bemerkt, vollkommen denjenigen entsprechen, die wir bei dünnen Plättchen oder dünnen Flüssigkeitsschichten wahrnehmen können. Gegen diejenige Stelle hin, an welcher der Samenknospenstiel befestigt war, läuft der Hyoscyamussamen etwas spitz zu, und wir bemerken hier den kleinen hellen Nabel (h. Fig. 60 und 72). Die Mikropyle ist nicht zu erkennen, und eine Raphe tritt ebenfalls nicht hervor. Legen wir einen Medianschnitt durch den Samen, parallel den breiten Seiten, so bekommen wir ein Lupenbild, wie es uns ungefähr die Figur 72 zeigt. Wir bemerken den kleinen, weissen gekrümmten Embryo (emb), der an allen Seiten von dem ebenfalls weissen Endosperm (end) umgeben wird und mit seinem Würzelchen dem Nabel zugekehrt liegt. Das Endosperm wird nach aussen zu von einem ringsum verlaufenden, dunkelbraunen Streifen abgegrenzt (obl), welcher das obliterierte Gewebe repräsentiert, welches wir bei der Entwicklungsgeschichte des Samens oben kennen lernten. Zu äusserst sehen wir die gelblich- braune Epidermis (ep). Die Konturen des Nabels (h) erscheinen wegen des hier zerrissenen Gewebes etwas zackig. Beim Schneiden des Samens bedeckt sich die Schnittfläche mit Oel.

Um die Morphologie des Embryo's genauer zu studieren, muss man denselben völlig isolieren. Dies lässt sich am besten in der folgenden Weise ausführen: Auf den beiden breiten Seiten des Samens werden zunächst vorsichtig Tangentialschnitte so gemacht, dass der Embryo unbeschädigt bleibt; dann kocht man die übrig gebliebene Partie des Samens einige Zeit in einem Uhrgläschen mit Wasser, wodurch der Embryo von selbst und vollständig intakt aus dem Endosperm heraustritt. Er zeigt sich)-förmig gekrümmt, ähnlich wie der Embryo von Sem. Stramonii und ferner von Sem. Capsici (Tschirch, Anat. Atl. Tafel 4). Nur sehr schwach gebogen ist dagegen der Embryo bei Nicotiana Tabacum (de Toni u Paoletti 1891, Pg. 49). Ferner erscheint der Hyoscyamus-Embryo vollkommen farblos; es ist in den Kotyledonen, die epigäisch sind, noch gar keine Grünfärbung wahrzunehmen. Chlorophyll ist nach Godfrin (1884, Pg. 127) überhaupt bei keinem Solanaceen-Embryo vorgefunden worden. Die Keimwurzel und das hypokotyle Glied sind cylindrisch, überall ungefähr von gleicher Dicke; nur an dem äussersten Ende ist die Keimwurzel ganz wenig zugespitzt. Von den beiden gleich langen, völlig getrennten Kotyledonen ist der innere scheinbar länger als der äussere und ragt mit seiner Spitze über den letzteren hinweg (Fig. 72). Die Form der Keimblätter ist aus den Figuren 73 und 74 zu ersehen. Ein Blattstiel tritt erst nach der Keimung auf. An der zwischen den Kotyledonen liegenden, sehr kleinen, schmalen epikotylen Achse finden wir noch keine Blattanlagen.

B. Anatomie der Samenschale.

Die Hyoscyamus-Samen gehören der von Marloth (1883, Pg. 240) aufgestellten vierten Gruppe an, deren Repräsentanten sich durch schützende Elemente in der Schale und reichliches, aber nicht dickwandiges Eiweiss auszeichnen. Zu derselben Gruppe sollen u. a. die Samen von Atropa, Nicotiana, Solanum, Physalis und Datura gehören. Es muss jedoch bemerkt werden, dass Marloth unter „dickwandiges Eiweiss“ nur ein solches versteht, bei dem die Verdickung der Zellen so weit geht, dass sie als Schutzeinrichtung für den Embryo angesehen werden kann.

Wie aus den vorhergehenden morphologischen und entwicklungsgeschichtlichen Beschreibungen hervorgeht, besteht die Samenschale bei Sem. Hyoscyami aus der Epidermis und einer darunterliegenden Schicht obliterierter Zellen. Die Epidermiszellen zeigen in der Flächenansicht meist eine wellenförmige Kontur; nur gegen das Hilum zu, an den beiden breiten Seiten des Samens, befinden sich Zellen, deren Seitenwände fast geradlinig erscheinen (Fig. 60 und 75). Die Epidermiszellen sind von der Fläche gesehen entweder etwas gestreckt, bis 3-mal so lang als breit, oder — und das ist wohl die Regel — fast isodiametrisch. In der Nähe des Hilum nehmen die Zellen stark an Grösse ab. Quer durchschnitten zeigen sie ein Uförmiges Lumen (Fig. 71). Die Breite der Zellen, von der Fläche gesehen, variiert von 60 bis 218 μ; die gestreckten erreichen eine Länge bis 329 μ. Die Höhe entspricht im allgemeinen der Breite. Wie schon gesagt, besitzen die Epidermiszellen eine dünne Aussenwand, eine verdickte Innenwand, und Seitenwände, deren Verdickungen nicht ganz bis nach oben reichen; Planchon's Figur (1895 Bd. I Pg. 585), bei welcher die dünnen Partien der Seitenwände weggelassen sind, entspricht also nicht den thatsächlichen Verhältnissen. Zum Vergleich mit Sem. Hyoscyami mag erwähnt werden, dass wir ebenfalls bei den Samen von Atropa Belladonna und nach de Toni und Paoletti (1891, Pg. 49) auch bei denjenigen von Nicotiana Tabacum dünne Epidermisaussenwände vorfinden; schwach verdickt erscheinen sie bei den Gattungen Capsicum und Physalis und bei Solanum Dulcamara (Lohde 1874, Pg. 25 und 26), stark verdickt sind sie bei Sem. Stramonii (Lohde 1874, Pg. 22; Tschirch, Anat. Atl. Pg. 286; Hartwich 1896, Pg. 378). Was die Verdickungen der Innen- und Seitenwände der Samenepidermis der hier genannten Pflanzen anbelangt, so finden wir dieselben bei Atropa Belladonna ähnlich wie bei Hyoscyamus. Die oberste Partie der Seitenwände bleibt unverdickt. Bei Nicotiana Tabacum erscheinen nach de Toni und Paoletti (1891, Pg. 49) die Seiten- und Innenwände stark verdickt; nach Lohde (1874, Pg. 27) sollen die ersteren bei der ganzen Gattung Nicotiana in

ihrem oberen Teil unverdickt bleiben. Capsicum und Physalis haben nach Lohde (1874, Pg. 25) stark verdickte Innen- und Seitenwände; die Verdickung erstreckt sich bei den Seitenwänden bis ganz nach oben, eine oberste kleine Partie ist jedoch nach seinen Figuren 22 und 23 bedeutend schwächer verdickt als die übrigen Wandteile. Diese obere relativ dünne Partie ist bei Capsicum mit Tüpfeln versehen (Hartwich 1896, Pg. 370; Arthur Meyer 1892, II. Pg. 423). Im Gegensatz zu Lohde giebt Hartwich für Physalis Alkekengi an, dass die Seitenwände ganz oben vollkommen unverdickt sind (1896, Pg. 369). Bei Solanum Dulcamara sind die Innenwände stark verdickt, die Seitenwände ebenfalls, aber nur in ihrem unteren Teil gleichmässig, nach oben dagegen treten die Verdickungen in parallelen Längsstreifen auf (Lohde 1874, Pg. 26). Nach Hartwich (1896, Pg. 370) werden hier jedoch nicht immer Tüpfel ausgebildet. Lohde (1874, Pg. 23) und Tschirch (Anat. Atl. Pg. 286) geben für Datura Stramonium übereinstimmend an, dass die Seiten- und Innenwände sich verdicken, und zwar die ersteren ganz bis zur Aussenwand und am kräftigsten in ihrem mittleren Teil; ganz oben sollen sie nach Hartwich (1896, Pg. 370 und 371), im Gegensatz zu den Angaben von Tschirch, Tüpfel ausbilden.

Kehren wir jetzt zu unserem Hyoscyamus-Samen zurück. Die dünne farblose Aussenwand ist gewöhnlich in das Zelllumen hineingebuchtet (Fig. 71), und dies bedingt das grubige Aussehen des Samens. Die Seitenwände bilden die hervorspringenden Leisten, die wir an der ganzen Samenoberfläche bemerken (Fig. 60). Sie zeigen deutliche Gelbfärbung und Schichtung und lassen eine Mittellamelle erkennen (Fig. 71 und 75); ebenfalls geschichtet erscheinen die Innenwände. Im übrigen greifen die Epidermiszellen an einigen Stellen mit Zipfeln unter einander; die Figur 71 zeigt uns bei g einen solchen durchschnittenen Zipfel. Auch bei Datura Stramonium (Lohde, 1874, Pg. 24 und Figur 17) und Capsicum annuum (Arthur Meyer, 1892, II. Pg. 423 und Fig. 617 B) schieben sich die Fussenden der Zellen unter einander, nur in weit höherem Grade wie bei Hyoscyamus. Die bei der Entwicklungsgeschichte erwähnten braunen, lockeren Massen treten in der Epidermis des reifen Samens in grosser Menge auf (O, Fig. 71); sie bedingen in Verbindung mit den dicken, gefärbten Wänden das bräunliche Aussehen des Samens.

Um den feineren Bau der Wände zu studieren, müssen wir zur Anwendung von Reagentien greifen. Was zunächst die dünne Aussenwand anbelangt, so lässt sie allerdings auch an feinen Samenquerschnitten, die direkt in Glycerin eingelegt werden, kleine Zapfen an der Innenseite erkennen, viel besser aber treten diese hervor, wenn man den Schnitt zunächst 24 Stunden in Eau de Javelle liegen lässt, um die braunen Massen in der Epidermis zu entfärben, dann auswäscht und nun Chloralhydratlösung und schliesslich Chlorzinkjod hinzufügt, wodurch die jetzt etwas gequollenen Zapfen sich zum grössten Teil violett färben. Einen derartig behandelten Schnitt stellt die Figur 76 dar. Die Entstehung der Zapfen habe ich an unreifen Samen verfolgt. Es zeigte sich, dass, so lange die braunen Massen sich noch nicht in der Epidermis angesammelt hatten, keine Zapfen ausgebildet wurden; erst nach und nach und zwar nur da, wo die Massen die Aussenwand berühren, treten sie auf. Sie entstehen durch lokalisiertes Dickenwachstum der Aussenwand, und bilden einfach einen Abdruck der ihr anliegenden lockeren Massen. Mit Chlorzinkjod färbt sich die ganze mittlere Partie der Aussenwand und die des oberen dünnen Teils der Seitenwände violett (x, Fig. 76). Ueber die Epidermis hinweg verläuft eine sich gelb färbende Kutikula (cut, Fig. 76), und auf der Innenseite der Aussenwand sowie rings um das ganze Zelllumen herum findet sich eine feine Lamelle (y, Fig. 76), die von Chlorzinkjod intensiv gelb gefärbt wird; sie tritt auch an gut getroffenen Schnitten, die direkt in Glycerin liegen, deutlich hervor. Die Innenwände und die verdickten Teile der Seitenwände färben sich schichtenweise violett und gelblich mit Chlorzinkjod. Die genannte, das Lumen auskleidende dünne Lamelle haben auch van Wisselingh (1892, Pg. 2) sowie Tschirch (Anat. Atl. Pg. 169) beobachtet.

Ersterer giebt an, dass sie mit Kaliumchlorat und Salpetersäure Cerinsäurereaktion zeigt; ich habe bei der Behandlung mit diesem Reagens nur bemerkt, dass die Lamelle ein zerknittertes Aussehen annahm, ohne dass die charakteristischen „Kügelchen" auftraten. Hartwich (1896, Pg. 374) hat diese Lamelle nicht konstatieren können. Sie lässt sich ausser mit Chlorzinkjod ebenfalls leicht mit Jod und Schwefelsäure nachweisen, indem sie manchmal bei der eintretenden Quellung der Wände losgesprengt wird und dabei stark gelb gefärbt erscheint. Mit Jod und conc. Schwefelsäure färben sich ferner die mittlere Partie der Aussenwand und die des unverdickten Teiles der Seitenwände intensiv blau. Die verdickten Wände zeigen mit Ausnahme der genannten äussersten Lamelle eine ganz schwache Blaufärbung; diese verschwindet bald, und eine gelbbraune Färbung tritt ein. Gleichzeitig lösen sich diejenigen Wandpartien, die sich sofort intensiv blau gefärbt hatten, dagegen widerstehen die dicken Wände stundenlang der Einwirkung der conc. Schwefelsäure. Kalte concentrierte Kalilauge (15 %) färbt die verdickten Wände gelb, und diese sowie die unverdickten Wände quellen dabei auf. Erhitzt man, so verschwindet die gelbe Farbe, ohne dass man jedoch Seifenballen auftreten sieht. Nach dem Auswaschen färben sich jetzt sämtliche Wände intensiv blau mit Chlorzinkjod oder mit Jod und Schwefelsäure. Dieselbe Beobachtung hat van Wisselingh gemacht (1892, Pg. 1 und 2) und schliesst danach auf das etwaige Vorhandensein von fettähnlichen Körpern in den verdickten Wänden; ich habe aber ebensowenig wie van Wisselingh eine Ausschmelzung von Fett beobachten können, wenn ein Schnitt unter dem Deckglas in Wasser oder Glycerin erhitzt wurde. Die dicken Wandpartien färben sich mit 1-proz. Osmiumsäure bräunlich, mit Safranin werden sie stark gerötet, die dünnen Wandpartien dagegen nur sehr schwach. Konzentrierte Chromsäurelösung (1 + 1) löst sofort die mittlere Partie der Aussenwand und der dünnen Seitenwandteile. Nach und nach gehen alle übrigen Wandpartien ebenfalls in Lösung, mit Ausnahme der innersten feinen Lamelle der dicken Wände, welche, wie auch van Wisselingh (1892, Pg. 2) gesehen hat, ungelöst bleibt. Anilin. hydrochlor. oder Phloroglucin und HCl geben, wie schon letztgenannter Forscher (l. c.) sowie Hartwich (1896, Pg. 374) angeben, keine Reaktion.

Wir können also nach dem oben mitgeteilten folgendes sagen: Die Aussenwand der Epidermiszellen besteht aus drei Schichten; nach aussen zu die Kutikula, darunter eine aus Cellulose bestehende Partie und nach innen zu eine stark cutinisierte Lamelle. Die oberen dünnen Partieen der Seitenwände bestehen ebenfalls aus Cellulose; nur ist die äusserste, sich um das ganze Zelllumen herum fortsetzende, feine Lamelle relativ stark cutinisiert. Die Innenwände und die verdickten Teile der Seitenwände sind im Allgemeinen nur ziemlich schwach cutinisiert; stärker und schwächer cutinisierte Schichten wechseln mit einander ab. Nur eine innerste ganz subtile Lamelle zeigt intensive Cutinisierung.

Schliesslich ist zu erwähnen, das eine Einlagerung von Kieselsäure in die verdickten Wände stattfindet, wie wir unten näher sehen werden.

Es dürfte bei der Untersuchung von Pulv. Sem. Hyoscyami auf seine Reinheit hin von Interesse sein, dass bei anderen Solanaceen, deren Samenepidermis der von Hyoscyamus niger mehr oder weniger ähnelt, sich die verdickten Wände derselben, die im Pulver grade stark auffallen, Reagentien gegenüber abweichend verhalten und also leicht von der des Hyoscyamus-Samens zu unterscheiden sind. So z. B. sind die Innen- und Seitenwände bei Nicotiana rustica vollständig und bei Physalis Alkekengi zum grössten Teil verholzt (Hartwich 1896, Pg. 372 und 373); auch bei Capsicum annuum zeigen diese Wände vorwiegend Holzreaktion (Hartwich 1896, Pg. 372; Arthur Meyer 1892, II. Pg. 423). Nähere Angaben über die Einwirkung von Reagentien auf die Samenschale der verschiedenen pharmacognostisch wichtigen Solanaceen finden sich ausser an den soeben angeführten Stellen bei Lohde (1874, Pg. 22) für Datura Stramonium, bei Hartwich (1896, Pg. 378) für Datura Stramonium, Nicotiana rustica, Physalis Alkekengi, Capsicum und schliesslich bei Tschirch (Anat. Atl. Pg. 14) und Hanausek (1888, Pg. 329 u. f.) für Capsicum annuum.

Schon mehrmals habe ich im Vorhergehenden die in den Epidermiszellen auftretenden braunen, lockeren Massen berührt (o, Fig. 71); sie bilden bei der Droge die einzigen Inhaltsstoffe dieser Zellen. Sowohl Lohde (1874, Pg. 27) wie auch Tschirch (Anat. Atl. Pg. 169) erwähnen diese Stoffe, gehen aber auf die Natur derselben nicht näher ein. Nach meinen Untersuchungen zeigen sie sich nach 24 stündiger Einwirkung resistent gegen concentrierte Schwefelsäure, Salzsäure, Essigsäure, Kalilauge und Eau de Javelle; auch werden sie von Benzol, Xylol, Chloroform oder heissem Alkohol gar nicht beeinflusst. Kocht man mit conc. Kalilauge, so werden die Massen etwas heller. Mit Jod und Schwefelsäure nimmt die Braunfärbung der Körner ein wenig zu, eine Auflösung findet aber nicht statt. Unter dem Polarisationsmikroskop untersucht zeigen sich die Körner bei gekreuzten Nicols dunkel, sind also nicht doppelbrechend. Man beobachtet ferner, dass Schnitte durch die Epidermis, die unter Zusatz von Salpetersäure erhitzt und dann geglüht werden, immer einen Rückstand hinterlassen. Alle diese Thatsachen liessen die Vermutung entstehen, dass man es hier vielleicht mit Kieselsäure zu thun hätte, die ja oft in periphere Geweben als Festigungsmittel eingelagert wird.

Um diese Frage zu entscheiden, untersuchte ich zunächst makrochemisch die Hyoscyamus-Samen auf Kieselsäure in der folgenden Weise: 10 gr. Pulv. Sem. Hyoscyami wurden durch Ausziehen mit absolutem Alkohol von fettem Oele befreit, dann mit Salpetersäure digeriert, um lösliche anorganische Bestandteile zu entfernen, und schliesslich, nachdem die Säure abgegossen und mit neuer mehrmals ausgewaschen worden war, in einem Platintiegel zum Glühen erhitzt. Den Rest zog ich mit Salzsäure aus, goss die Säure ab und glühte nochmals. Der Rückstand wurde mit der Phosphorsalzperle geprüft und ergab eine sehr intensive Kieselsäurereaktion. Nachdem das Vorhandensein von Kieselsäure im Samen in dieser Weise konstatiert war, versuchte ich ferner festzustellen, ob dieselbe vielleicht aus den braunen Massen in der Epidermis stamme oder wo sie andernfalls herrühre. Zu dem Zwecke wurden sehr dünne, sowohl Tangential- als auch Querschnitte vom Samen hergestellt. Diese liess ich nach Abwaschen mit Alkohol ein paar Stunden in Salpetersäure liegen, um die Basen, mit denen die Kieselsäure hätte zusammenschmelzen können, zu eliminieren; dann wurden die Schnitte einige Zeit in Wasser gelegt, gezeichnet, und nun, nach Uebertragung auf ein auf Platinblech liegendes Deckgläschen, ganz allmählich zum Glühen erhitzt. Nach Abkühlung brachte ich das Deckgläschen mit den ihm anhängenden Glühresten auf einen mit einem Tropfen Glycerinwasser versehenen Objektträger und beobachtete unter dem Mikroscope. Das Uebriggebliebene wurde gezeichnet und mit den Zeichnungen der ungeglühten Schnitte verglichen. Zurück blieben ausser den körnigen Massen sehr subtile Kieselskelette, welche die Form der dicken Epidermiswände wiedergaben. Sowohl von diesen Wänden, als auch und zwar hauptsächlich von den genannten Massen, rührt also die Kieselsäure her, die wir bei der makrochemischen Analyse des Samens fanden.

Die Anhäufung von Kieselsäure in Verbindung mit den Wandverdickungen in der Epidermis bedingen die grosse Härte der Samenschale.

Der unter der Epidermis liegende übrige Teil der Samenschale (Fig. 71) besteht aus obliterierten Integumentzellen, und an diese haben sich nach innen zu die ebenfalls obliterierten Nucelluszellen dicht angeschlossen. Das gesamte Gewebe ist braun gefärbt. Ueber die Form der Zellen sind schon bei der Entwicklungsgeschichte Angaben gemacht; auch wurde schon dort darauf aufmerksam gemacht, dass sich die Zellen bei der Droge der Regel nach nicht mehr direkt erkennen lassen. Reagentien gegenüber verhält sich das obliterierte Gewebe folgendermassen: Es zeigt mit Chlorzinkjod, Anilinhydrochlorat, Jod und Schwefelsäure, Kupferoxydammoniak oder Safranin keine Färbungs- oder Auflösungserscheinungen. Die Zellen geben ebenfalls, im Gegensatz zu den Integumentzellen des Samens von Datura Stramonium und den Integument- samt den Nucellarrestzellen des Samens von Physalis Alkekengi (Hartwich 1896, Pg. 366), keine Reaktion mit Phloroglucin und Salzsäure. Kalte conc. Schwefelsäure und kalte conc. Kalilauge (15 %) bleichen nach 24 Stunden, bezw. erst nach mehreren Tagen

das obliterierte Gewebe. Erhitzt man mit letztgenanntem Reagens, so nimmt die Braunfärbung der Zellen etwas zu. Concentrierte Chromsäurelösung löst nach und nach das Gewebe. Um die Zellen des obliterierten Gewebes auch bei der Droge erkennen zu können, verwendet man am besten Samen, die einige Tage in starker Kalilauge lagen, und stellt zunächst feine Querschnitte derselben her. An solchen Schnitten lässt sich nun meistens die innerste, gegen das Endosperm zu liegende Zellreihe, die der Nucelluszellen, unterscheiden. Die Zellen haben jedoch nur höchst unvollkommen ihre ursprüngliche Form wieder angenommen; sie zeigen noch stark gebogene oder gefaltete Wände. Die Integumentzellen lassen sich in der Regel in dieser Weise nicht unterscheiden. Isoliert man dagegen die Samenschale und das obliterierte Nucellusgewebe eines in der obigen Weise behandelten Samens und schabt man unter der Präpierlupe die Epidermis mit einer lancettförmigen Präpariernadel ab, so lassen sich nun sowohl die Konturen der Integumentzellen, als auch die der Nucelluszellen verfolgen, wenn man das obliterierte Gewebe von der Aussenfläche bezw. von der Innenfläche betrachtet. Einige der Zellen erscheinen 5- bis 6-seitig, die meisten jedoch haben unregelmässig gebogene Wände.

An Schnitten durch den Nabel erkennen wir noch einige Spiraltracheen, die dem Leitbündel des Funiculus angehören.

C. Anatomie des Endosperms.

Das Endosperm besteht aus weisslichen, isodiametrischen oder etwas gestreckten Zellen, die im Querschnitt entweder kantig oder mehr abgerundet erscheinen (endosp. Fig. 71). Die Zellen sind im allgemeinen ziemlich gross, die der äussersten, an das obliterierte Gewebe grenzenden Reihe jedoch bedeutend kleiner als die übrigen. Die Wände erscheinen etwas verdickt. Sie besitzen eine relativ kräftige Mittellamelle, welche erst nach Färbung, z. B. mit Methylenblau, oder Behandlung der Schnitte mit Chloralhydratlösung oder conc. Kalilauge deutlich hervortritt; in den Ecken zwischen den Zellen bildet sie Zwickel aus. Intercellularen sind im Endosperm nicht vorhanden, was ja auch der Regel entspricht (Godfrin 1884, Pg. 107). Nach Tschirch und Oesterle (Anat. Atl. Pg. 15) sollen solche im Endosperm von Capsicum annuum auftreten können. Die äusserste Zellreihe des Endosperms ist gegen das obliterierte Gewebe von einer Lamelle abgegrenzt, die sich Reagentien gegenüber anders verhält als die übrigen Wandteile (s. Fig. 71). Sie wird von Chlorzinkjod oder Jod und Schwefelsäure nicht gefärbt, bleibt mit conc. Schwefelsäure ungelöst und wird von Sudan III (Graessler und Nietzki) rot tingiert. Sonst färben sich die Wände unter starker Quellung mit Chlorzinkjod intensiv violett mit Ausnahme der Mittellamelle, die nur eine ganz schwache Färbung zeigt. Mit Jod und Schwefelsäure erscheinen die Wände blau gefärbt; dagegen werden sie von Sudan III nicht gerötet. Sie quellen stark mit conc. Schwefelsäure, Chloralhydratlösung (5+2 Wasser) oder conc. Kalilauge (15° o) und werden dabei vom erstgenannten Reagens gelöst. Kupferoxydammoniak hatte dagegen nach 24 Stunden noch keine Auflösung der Wände bewirkt.

Die Inhaltstoffe des Endosperms sind Aleuronkörner und fettes Oel; sie werden am Schluss dieses Kapitels eingehend beschrieben werden.

Das Endosperm wird gegen den Keimling hin von ein paar Reihen ganz zartwandiger, senkrecht zur Längsachse des Embryo's gestreckter Zellen abgegrenzt. Sie erscheinen zum grössten Teil stark zusammengefallen.

D. Anatomie des Embryos.

Die Keimwurzel und das hypokotyle Glied gehen im Samen unmerklich in einander über. Wir wollen deshalb mit Arthur Meyer (1892, I. Pg. 125) das gesamte Gebilde als Würzelchen bezeichnen, um so mehr, als der anatomische Bau desselben überall der gleiche ist, wenn wir von der äussersten mit Wurzelhaube bedeckten Spitze absehen. Das Würzelchen wird von einer Epidermis aus längsgestreckten, von der Fläche gesehen meist 6-eckigen Zellen variierender Grösse bekleidet (Fig. 77), welche mit einer feinen Kutikula überzogen ist (cu, Fig. 78). Unter der Epidermis folgen 5 bis 7 Zell-

reihen dünnwandiger, ziemlich grosser, mit kleinen Intercellularen versehener Zellen, von welchen die der äussersten Reihe im Querschnitt radial gestreckt erscheinen, die übrigen dagegen isodiametrisch oder schwach tangential gestreckt (Fig. 78) sind. Die Mitte des Würzelchens ist von einem ganz zartwandigen, kleinzelligen Gewebe eingenommen (In. Fig. 78), aus welchem später der Leitbündelcylinder resp. das Leitbündel hervorgeht. Die Querschnittsform der dicht an einander schliessenden Zellen ist meist 5- bis 6-eckig; Tracheen lassen sich noch nicht erkennen. Die Wurzelhaube ist an ihrer breitesten Stelle, gegen die Spitze zu 3- bis 4-schichtig. Alle Zellwände des Würzelchens, selbstredend mit Ausnahme der Kutikula, färben sich mit Chlorzinkjod violett.

Die Kotyledonen besitzen auf beiden Blattseiten eine Epidermis aus abgeflachten, von der Fläche 5- bis 6-seitigen, geradwandigen Zellen (Fig. 79). Spaltöffnungsanlagen sind nicht zu erkennen, obgleich sie der Regel nach bei blattartigen Kotyledonen auftreten (Godfrin 1884, Pg. 105). Haare werden, wie wir beim Laubblatte gesehen haben, bei den Kotyledonen überhaupt nicht ausgebildet. Auch die Keimblätter von Solanum marginatum und Datura Stramonium sollen nach Godfrin (1884, Pg. 131) weder im Samen noch später Haare aufweisen. Die Epidermiszellen haben eine Kutikula, die sich einige Zeit gegen conc. Schwefelsäure resistent erweist. Im Uebrigen zeigt ein Querschnitt (Fig. 80), am besten nach Reinigung mit absolutem Alkohol, sehr verdünnter Kalilauge (0,75 %) und zuletzt Essigsäure, des weiteren folgenden Bau der Kotyledonen: Das Mesophyll erscheint, wie es nach Godfrin (1884, Pg. 105) im Allgemeinen bei dünnen Kotyledonen der Fall ist, heterogen, indem an der Oberseite die erste, unter der Epidermis liegende Zellreihe sich relativ stark radial gestreckt hat (Pls., Fig. 80); sie bildet die späteren Palissadenzellen des weiter entwickelten Keimblattes. Sonst besteht das Mesophyll aus abgerundeten, bezw. mehr weniger kantigen, isodiametrischen Zellen, die meist in tangentialen Reihen angeordnet sind und hie und da winzig kleine Intercellularen zwischen sich lassen. Das Mesophyll ist an der breitesten Stelle 6 bis 8 Zelllagen dick. Im Keimblatt finden wir Initialleitbündel für den Mittelnerv und einige wenige der kräftigeren Nervenzweige; sie bestehen aus einem homogenen Gewebe kleiner, prismatischer, dichtschliessender und längsgestreckter Zellen (Pc Fig. 80). Sämtliche Zellwände der Kotyledonen geben mit Chlorzinkjod oder Jod und Schwefelsäure Cellulosereaktion. Der ganze Embryo enthält in seinen Zellen Aleuronkörner und fettes Oel, ebenso wie das Endosperm, nur sind die Aleuronkörner beim Embryo durchschnittlich kleiner; die kleinsten liegen, wie im Endosperm, in den peripheren Zellreihen. Im Uebrigen verweise ich auf das unten Gesagte.

E. Die Aleuronkörner des Hyoscyamus-Samens.

Auf dem Querschnitte einer Endospermzelle zählen wir gewöhnlich 20 bis 35 farblose Aleuronkörner, welche wie beim Embryo das ganze Lumen beinahe vollständig ausfüllen. Lüdtke, der verschiedene Proteinkörner-Typen aufgestellt hat, rechnet die Körner von Hyoscamus niger zu dem sogenannten Euphorbiaceentypus (1890, Pg. 92), der durch Aleuronkörner von 5 bis 6 μ Durchmesser, welche als Einschlüsse Krystalloide und Globoide stets, Krystalle sehr selten enthalten, gekennzeichnet wird. In einer späteren Arbeit (1891, Pg. 58—59) giebt derselbe Autor an, dass die Aleuronkörner von Hyoscyamus niger 1 Krystalloid (cub.) und 1 Globoid enthalten, diejenigen von Datura Stramonium dagegen 1 bis 2 Krystalloide und 1 bis 4 Globoide. Wie wir gleich sehen werden, stimmen die Resultate meiner Untersuchungen nicht ganz mit den Angaben Lüdtke's überein. Untersucht man die Aleuronkörner in Mandelöl oder fettem Oel, so sieht man, dass die Form inkonstant ist (Fig. 81). Manchmal erscheint sie rundlich, manchmal aber auch kantig und sehr oft treten kleine Erhöhungen am Korn hervor, die den excentrisch liegenden Globoiden entsprechen. Die Mannigfaltigkeit der Form ist durch die dichte Lagerung der Körner verursacht. Fügt man den in Alkohol liegenden Körnern ein paar Tropfen einer dünnnen alkoholischen Jodlösung hinzu, welche in verschiedenem Grade die Grundmasse und die Krystalloide, die Globoide dagegen gar nicht färbt, oder lässt man zu den Körnern

einen Tropfen starken Ammoniakwassers (25 Proz.) fliessen, so erkennt man, dass die Aleuronkörner von Hyoscyamus in den meisten Fällen nur 1 Krystalloid und dabei ebenfalls meist nur 1, bisweilen jedoch 2, selten 3 Globoide enthalten (Fig. 81). Ich habe aber auch, hauptsächlich im Endosperm, recht häufig biskuitförmige Körner, die 2, und mehr unregelmässige, die 3 Krystalloide enthielten, gefunden. Derartige Körner scheinen der Regel nach Globoide in derselben Anzahl wie Krystalloide zu besitzen. Ich habe aber andererseits auch Aleuronkörner beobachtet, die 2 Krystalloide und nur 1 Globoid besassen.

Die Solanaceen-Krystalloide sind nach Schimper (1878, Pg. 25) von hexagonal rhomboëdrischer Symmetrie. Die hier in Betracht kommenden von Hyoscyamus niger zeigten sich, nach Isolierung mit einer gesättigten Lösung von phosphorsaurem Natrium und Auswaschen, unter dem Polarisationsmikroscop schwach leuchtend bei gekreuzten Nicols. Die Globoide von Hyoscyamus haben die Form kleiner Kugeln; die Grundmasse ist in den Körnern nur äusserst spärlich vorhanden, so dass die Körner von den Krystalloiden beinahe ganz ausgefüllt werden. Calciumoxalatkrystalle wurden nirgends beobachtet. Die Grösse der Aleuronkörner beträgt nach meinen Messungen, welche sich bei nicht isodiametrischen Körnern auf die grösste Achse beziehen, im Endosperm 2 bis 8 μ und im Embryo 1 bis 7 μ. Nach Tschirch (Anat. Atl. Pg. 287) sind bei Datura Stramonium die Körner im Endosperm 5,5 bis 11 μ und im Embryo meist 3 bis 6 μ gross. Lüdtke dagegen giebt eine Maximalgrösse von nur 8 μ an (1891, Pg. 58—59).

Reagentien gegenüber verhalten sich die Hyoscyamus-Proteinkörner folgendermassen: I. Wasser löst die Grundmasse leicht; die Krystalloide quellen nur, lösen sich aber nicht, ebenso wenig die Globoide. II. Ferrocyankaliumlösung (4%) löst die Grundmasse und die Krystalloide. III. Gesättigte Lösung von phosphorsaurem Natrium löst die Grundmasse und nach und nach die Globoide. IV. 10proz. Chlornatriumlösung oder gesättigte Chlornatriumlösung soll nach Vines (1880—82, Pg. 101) im Stande sein, alle in Wasser völlig löslichen und viele von den nur teilweise löslichen Proteinkörnern zu lösen. Von den Hyoscyamus-Aleuronkörnern gingen sowohl die Grundmasse als auch die Krystalloide durch die beiden genannten Reagentien in Lösung. Vines giebt ferner an (1880—82, Pg. 114), dass die Krystalloide von Datura Stramonium und Atropa Belladonna nach Behandlung mit Alkohol (wie lange sagt Verf. nicht) in gesättigter Chlornatriumlösung löslich seien, unlöslich dagegen nach Behandlung mit Aether. Nach meinen Beobachtungen hatten die Hyoscyamus-Krystalloide ihr oben erwähntes Verhalten gesättigter Chlornatriumlösung gegenüber, nach vorhergehender 24stündiger Behandlung mit Alkohol oder Aether nicht geändert. Ebenfalls lösten sich die Krystalloide von Datura Stramonium nach der gleichen Behandlung sofort, und die von Atropa Belladonna zeigten nur insofern ein abweichendes Verhalten, als sie nach der Aetherbehandlung etwa 10 Minuten ungelöst blieben, eine Erscheinung, die vielleicht bei der qualitativen Untersuchung von Pulv. Sem. Hyoscyami zu verwerten wäre. Es mag noch erwähnt werden, dass Vines bezüglich der chemischen Natur der Krystalloide zu dem Resultat gelangte (l. c. Pg. 107), dass alle diejenigen, die in destilliertem Wasser unlöslich, in Chlornatriumlösung dagegen löslich waren, aus solchen Eiweisstoffen bestehen, welche man mit dem Namen Globuline bezeichnet. Die Krystalloide von Hyoscyamus niger, Datura Stramonium und Atropa Belladonna gehören dieser Kategorie an. V. Sodalösung (1proz.) löst die Grundmasse und die Krystalloide. VI 4proz. Lösung von essigsaurem Natrium löst nur die Grundmasse. VII. a. Stark verdünnte Kalilauge (0,75proz.) löst sofort die Grundmasse und die Krystalloide, dagegen war, selbst nach 24 Stunden, gar keine lösende Einwirkung auf die Globoide wahrzunehmen. b. Mit 15proz. Kalilauge verhielten sich die Grundmasse und die Krystalloide wie eben gesagt; bezüglich der Globoide dagegen beobachtete ich, dass dieselben nach 24-stündiger Einwirkung ihre Form zwar beibehalten hatten, nun aber eine feinkörnige Masse einschlossen, wie auch Pfeffer für die Globoide im Allgemeinen angiebt. Dieser Autor beschreibt (1872, Pg. 477) die Einwirkung von conc. Kali folgendermassen: „Wenn genügend verdünntes Kali bei

gewöhnlicher Temperatur die Globoide nicht verändert, so gilt dieses keineswegs für concentriertes Kali, das einen Stoff, und zwar von Aussen nach Innen fortschreitend aus den Globoiden heraus löst, wie dies übrigens auch nach der chemischen Zusammensetzung sicher zu erwarten war. Die veränderten Globoide haben ihre frühere Gestalt zwar bewahrt, erscheinen aber als eine fein granulierte, schwach lichtbrechende Masse, welche aussen von einer hautartig erscheinenden Schicht, dem Hüllhäutchen umzogen ist. Es wurde eben durch das Kali Phosphorsäure entfernt, und Kalk und Magnesia blieben, und zwar wenn nicht die Lauge zu sehr concentriert und kohlensäurehaltig war, als kohlensaure Salze zurück, die sich natürlich gleichfalls in verdünnten Säuren lösen." c. Stark concentrierte Kalilauge (50 proz.) löst sofort das ganze Aleuronkorn. VIII. 1 proz. Essigsäure löst ebenfalls das ganze Korn. IX. a. Kalkwasser (Ph. germ.). Nach den Angaben Lüdtke's (1890, Pg. 76) löst Kalkwasser die Hüllsubstanz (Grundmasse), deren Membran, das Krystalloid und die Membran des Krystalloids, und zwar in der hier genannten Reihenfolge." Da meine Beobachtungen bezüglich Hyoscyamus niger mit den allgemeinen Angaben des genannten Autors nicht ganz übereinstimmen, führe ich hier seine ganze Beschreibung des Vorganges an: „Lässt man zu einem krystalloidführenden Aleuronkorn langsam Kalkwasser treten, so wird zunächst die Hüllsubstanz und später die Membran des Korns gelöst. Erst dann beginnt die Einwirkung auf das Krystalloid. Im ersten Stadium quillt es etwas auf und büsst dadurch seine krystallähnliche Gestalt ein, um die einer Kugel anzunehmen. Alsbald bilden sich nun im Innern viele kleine Vacuolen, die nach und nach zu einer grösseren zusammenfliessen. Die Membran des Krystalloids ist nun nicht mehr im Stande, dem starken Turgor zu widerstehen, sie zerreisst, die Lösung des Krystalloids verteilt sich im Zellinhalt, und die Membran schlafft zu einem faltigen Häutchen zusammen, welches noch lange deutlich sichtbar bleibt, um dann später auch in Lösung zu gehen." Nach meinen Beobachtungen löst Kalkwasser (Ph. germ.) sofort die Grundmasse und das Krystalloid, ohne dass die Reaktion die von Lüdtke wahrgenommenen Stufen aufzuweisen hat. C. Verdünntes Kalkwasser (1 + 5 Wasser) löst schnell die Grundmasse, eine äussere dünne Schicht später. Krystalloide und Globoide bleiben nun isoliert zurück, und erstere zeigen sehr deutlich ihre krystallähnliche Form. Erst nach einigen Minuten fängt die Einwirkung auf die Krystalloide an; sie lösen sich nach und nach, jedoch bleibt die äusserste Schicht einige Zeit erhalten, während im Innern die Lösung mehr und mehr fortschreitet. Die Globoide bleiben ungelöst. c. Stärker verdünntes Kalkwasser (1+10 Wasser) war in 24 Stunden nur im Stande die Grundmasse zu lösen. X. Starkes Ammoniakwasser (25 proz.) löst sofort die ganze Grundmasse, nach und nach auch die Krystalloide. XI. a. Salzsäure (Ph. germ. III) und b. verdünnte Salzsäure (1+25 Wasser) lösen beide sofort das ganze Korn. XII. Dasselbe Lösungsvermögen zeigt Chloralhydratlösung (5 + 2 Wasser).

Die Einwirkung aller dieser Reagentien lässt sich folgendermassen zusammenfassen:

I. Die Grundmasse ist löslich in: Wasser, Ferrocyankaliumlösung (4 proz.), gesättigter Lösung von phosphorsaurem Natrium, Chlornatriumlösung (10 proz. und gesättigt), Sodalösung (1 proz.), Kalilauge (0,75 proz. oder stärker), Kalkwasser (10-fach verdünnt oder stärker), Essigsäure (1 proz.), Ammoniakwasser (25 proz.), Salzsäure (25-fach verdünnte oder stärkere), Natriumacetatlösung (4 proz.), Chloralhydratlösung (5+2 Wasser).

II. Die Krystalloide lösen sich in: Ferrocyankaliumlösung (4 proz.), Chlornatriumlösung (10 proz. und gesättigt), Sodalösung (1 proz.), Kalilauge (0,75 proz. oder stärkere), Kalkwasser (5-fach verdünntes oder stärkeres), Essigsäure (1 proz.), Ammoniakwasser (25 proz.), Salzsäure (25-fach verdünnte oder stärkere), Chloralhydratlösung (5+2 Wasser).

III. Die Globoide werden gelöst von: Gesättigter Lösung von phosphorsaurem Natrium, Kalilauge (50 proz.), Essigsäure (1 proz.), Salzsäure (25-fach verdünnte oder stärkere), Chloralhydratlösung (5+2 Wasser).

Ich bemerke schliesslich, dass ich im Gegensatz zu Lüdtke (1891, Pg. 58—59) keine Stärke als Begleiter der Aleuronkörner des Hyoscyamus-Samens vorgefunden habe; meiner Ansicht nach hat Lüdtke entweder mit unreifen oder mit schon in Keimung begriffenen Samen operiert.

XIII. Die Alkaloide von Hyoscyamus niger, deren mikrochemischer Nachweis und deren Lagerung.

A. Die Alkaloide und der Alkaloidgehalt der Pflanze.

In den pharmacognostischen Lehrbüchern und auch sonst findet man meistens angegeben, dass Hyoscyamus niger (Herba und Semen) folgende Alkaloide enthält: Hyoscyamin ($C_{17}H_{23}NO_3$), Hyoscin und vielleicht Atropin ($C_{17}H_{23}NO_3$). Ich möchte hier darauf aufmerksam machen, dass der Name Hyoscin im Laufe der Zeit als Bezeichnung ganz verschiedener Produkte gebraucht worden ist. Ursprünglich bezeichneten Reichhardt und Höhn (1871, Pg. 104 u. f.) mit dem Namen Hyoscin ein Spaltungsprodukt des Hyoscyamins, das Tropin ($C_8H_{15}NO$). Ladenburg (1880, I. Pg. 104 und VI. Pg. 607) konstatierte die Identität zwischen Reichhardt und Höhn's Hyoscin und dem Tropin und gebrauchte nun selber den Namen Hyoscin, um dasjenige Produkt zu bezeichnen, welches man bis jetzt „Amorphes Hyoscyamin" genannt hatte und welches er als eine mit Hyoscyamin isomere Verbindung, also als einen Körper von der Formel $C_{17}H_{23}NO_{31}$ ansah (1880, VIII. Pg. 909 und 1881, XIV. Pg. 1549). E. Schmidt hat indessen nachgewiesen, dass Ladenburg's Hyoscin nicht die genannte Zusammensetzung besass, dass es aber mit einer Base von der Formel $C_{17}H_{21}NO_4$, welche er neben Hyoscyamin bei Hyoscyamus niger gefunden hatte, übereinstimmte (1892, Pg. 207). Er nannte dieses Alkaloid Scopolamin, weil er es zuerst bei der Wurzel von Scopolia atropoïdes gefunden hatte. Ob wirklich ein Hyoscin $C_{17}H_{23}NO_3$ existiert, ist bis jetzt unentschieden, Schmidt und Ladenburg haben ferner nachgewiesen (1887, Pg. 542), dass Atropin durch molekulare Umlagerung von Hyoscyamin entstehen kann, und wir wissen deshalb noch nicht, ob Atropin in der That präformiert bei Hyoscyamus niger vorkommt. Nur die drei Alkaloide: Hyoscyamin, Pseudohyoscyamin und Scopolamin können wir bis jetzt als sicher nachgewiesen betrachten.

Die Menge, in welcher die Alkaloide in den verschiedenen Teilen der Hyoscyamus-Pflanze vorhanden sind, ist besonders von Gerrard, Ransom, Beckurts und Schmidt untersucht worden. Gerrard (1890, Pag. 212) wünschte hauptsächlich zu konstatieren, ob zwischen der einjährigen und der zweijährigen Hyoscyamus-Pflanze ein Unterschied im Alkaloidgehalt bestände. Er untersuchte von den verschiedenen englischen Handelssorten je drei Proben und zwar aus sehr verschiedenen Gegenden Englands. Die Resultate enthält nachstehende Tabelle:

Art des Untersuchungsmaterials.	% Alkaloid
Wurzel der zweijährigen Pflanze im ersten Jahre. (Ende August oder Dezember gesammelt).	0,155; 0,160; 0,172 (Dezember)
Die Blätter der zweijährigen Pflanze im ersten Jahre. (Ende Juni gesammelt).	0,059; 0,066; 0,069
Blühende Spitzen der zweijährigen Pflanze im zweiten Jahre. (Juni-Juli gesammelt).	0,065; 0,067; 0,068
Blätter und blühende Spitzen der einjährigen Pflanze (Juli gesammelt).	0,064; 0,068; 0,070

Diese Resultate hat Squire (1890, Pg. 312) weiter ergänzt, indem er fand, dass kein Unterschied vorhanden ist zwischen dem Alkaloidgehalt der Blätter des zweijährigen Hyoscyamus niger im ersten und zweiten Jahre. Gerrard meint nun auf Grund seiner Resultate, es sei keine Veranlassung, die zweijährige Pflanze der einjährigen vorzuziehen, und ferner dass die Wurzel bis jetzt viel zu wenig berücksichtigt worden sei, obgleich sie viel alkaloidreicher sei als die anderen Teile der Pflanze. Ransom (1891, Pg. 149) fand in getrockneten Samen der zweijährigen Pflanze 0,058 % Alkaloid. Beckurts (1894, Pg. 750) machte nur Herba Hyoscyami (Ph. german.) zum Gegenstand seiner Untersuchungen, die er nach den folgenden 5 Methoden ausführte: A. Durch Perkolation der gepulverten Blätter mit einer Mischung von Alkohol und Chloroform, dreimaliges Ausschütteln nach Beckurts mit Chloroform; B. durch Perkolation der gepulverten Blätter mit Alkohol und Chloroform, Ausschütteln nach Beckurts mit Aether-Chloroform; C. durch Digestion mit verdünnter Schwefelsäure, dreimaliges Ausschütteln mit Chloroform; D. Digestion mit verdünnter Schwefelsäure, einmaliges Ausschütteln mit Aether-Chloroform; E. nach einem auf dem Keller'schen Princip beruhenden Verfahren. Es wurden die folgenden Mengen Atropin in Procenten erhalten:

nach	A	B.	C.	D.	E.
1.	0,097 26	0,095 37	„	„	„
2.	„	0,088 62	0,089 6	0,09	0,071 2
3.	„	0,089 59	„	„	0,072 2

Nach diesen Resultaten sind also die Mengen etwas grösser als die von Gerrard angegebenen.

Verschiedene Faktoren, wie die Jahreszeit, die kürzere oder längere Dauer der Aufbewahrung, sollen einen beträchtlichen Einfluss auf den Alkaloidgehalt ausüben. Schon Thorey (1869) und nach ihm Dragendorff (1874, Pg. 97) machten darauf aufmerksam. Letzterer untersuchte wildwachsende Exemplare von Hyoscyamus niger, welche vom 5. bis 17. Juni bei Dorpat gesammelt waren, als eben die ersten Blüten sichtbar wurden. Er fand in den Blättern 0,058 %, im Stengel 0,031 % und in den Wurzeln 0,071 % Hyoscyamin. An demselben Orte am 19. Juni und 1. Juli gesammelte Pflanzen hatten dagegen in den Blättern nur 0,015 % und in den Wurzeln 0,02 % Hyoscyamin, in den Stengeln war der Alkaloidgehalt nicht genau zu bestimmen. Bezüglich der Wurzel hat A. F. Squire (1890, Pg. 312) ähnliche Beobachtungen gemacht. Er sagt: „I may mention, that the roots collected in the spring just as the plants appeared above ground, were found to be considerable richer in alkaloid than roots from the same field collected in the previous September."

Den Einfluss der Aufbewahrung untersuchte Gerrard (1891, Pg. 148). Erstjährige Blätter von zweijährigen englischen Pflanzen (zwei Jahre altes Material) ergaben 0,039 % Alkaloid, frisches Material dagegen 0,064 %; ferner hatten die oberen Spitzen zweijähriger englischer Pflanzen im zweiten Jahre (zwei Jahre altes Material) 0,045 % Alkaloid, frisches Material 0,066 %. Es hat also ein erhebliches Sinken des Alkaloidgehalts stattgefunden.

Zur Entscheidung der Frage, ob bei der Kultivierung der Alkaloidgehalt eine Veränderung erleide, untersuchte O. Schweissinger (1891, Pg. 9) einige narcotische Pflanzen von den Rieselfeldern Berlins. Er fand, dass wildwachsende und auf den genannten Feldern cultivierte Arzneigewächse (Aconitum, Belladonna, Hyoscyamus, Datura, Stramonium) eine erhebliche Verschiedenheit im Alkaloidgehalt nicht zeigten, mit Ausnahme von Belladonna (Wildes Kraut 0,40 %, cultiviertes 0,17 % Alkaloid).

Ich unterlasse es, aus den oben citierten älteren Angaben allgemeine Schlüsse zu ziehen, denn es ist nicht sicher, ob die bisher benutzten Methoden der Alkaloidbestimmung alle genügend sichere Resultate ergeben konnten. Herr Geh. Rat Professor E. Schmidt hatte die Liebenswürdigkeit, nach einer neuen, von ihm ausgearbeiteten Methode eine Alkaloidbestimmung mit guter, von Caesar und Loretz (Halle) bezogener Blattdroge auszuführen. Er teilt mir über die Methode und die erzielten

Resultate folgendes mit[1]): „Zur Bestimmung des Alkaloidgehaltes wurden 10 gr. der feingepulverten, über Aetzkalk bis zum constanten Gewicht getrockneten Hyoscyamusblätter in einem Arzneiglase mit 90 gr. Aether und 30 gr. Chloroform übergossen, nach kräftigem Durchschütteln 10 ccm. Natronlauge von 10 Proz. zugefügt und das Gemisch hierauf unter häufigem Umschütteln 3 Stunden lang bei Seite gestellt. Alsdann wurde die Mischung mit 10 ccm. Wasser versetzt, kräftig umgeschüttelt und 1 Stunde lang zur Klärung bei Seite gestellt. Von der klaren Chloroform-Aetherlösung wurden hierauf 60 gr. (= 5 gr. Hyoscyamusblätter) durch ein trockenes, gut bedecktes Filter in ein Kölbchen filtriert, etwa die Hälfte des Lösungsmittels abdestilliert (zur Verjagung von Ammoniak etc.), der Rückstand, unter Nachspülen mit Aether, in einen Scheidetrichter gebracht und mit 10 ccm. $^1/_{100}$-Normal-Salzsäure ausgeschüttelt. Die klare, saure Flüssigkeit wurde alsdann durch ein kleines, angefeuchtetes Filter in eine Schüttelflasche von ca. 200 ccm. Inhalt filtriert, die Chloroform-Aethermischung noch dreimal mit je 10 ccm. Wasser ausgeschüttelt, diese Auszüge durch dasselbe Filter filtriert, letzteres noch mit Wasser nachgewaschen und schliesslich in den vereinigten Auszügen der Säureüberschuss mit $^1/_{100}$-Normal-Kalilauge, Jodeosin als Indicator zurücktitriert. Es wurden gefunden in den Blättern (ohne Stiele): I. 0,280 %, II. 0,276 %, in den Stielen: I. 0,369 %, II. 0,365 % Alkaloid (auf Hyoscyamin berechnet).“

B. Chemischer Nachweis der Alkaloide und Lagerung derselben im Samen.

Nur wenige Autoren haben sich mit dem mikrochemischen Nachweis und der Lagerung der Alkaloide bei Hyoscyamus niger beschäftigt. G. Clautriau (1894, Pg. 35) und in der letzten Zeit H. Barth (1898, Pg. 328) machten bei Hyoscyamus niger wie bei anderen Solanaceen nur die Samen zum Gegenstand ihrer Untersuchungen. P. Molle (1895) dagegen, der nur Repräsentanten der Familie Solanaceae behandelte, hat alle Organe der betreffenden Pflanzen untersucht. Die Resultate von Clautriau und Molle stimmen, was den Hyoscyamus-Samen anbelangt, überein. Diese Autoren meinen nämlich, dass das Alkaloid sich nur in einer Schicht zwischen Epidermis und Endosperm befindet. Sie machen aber im Gegensatz zu Barth geltend, dass Endosperm und Embryo in keinem Stadium ihrer Entwicklung Alkaloid enthalten. H. Barth meint, durch seine Reaktionen mit Jod-Jodkalium, Kaliumwismuthjodid, Kaliumquecksilberjodid, Goldchlorid + Schwefelwasserstoffwasser oder Goldchlorid + Ferrosulfatlösung, „vielleicht“ kleine Mengen von Alkaloid sowohl im Endosperm wie im Embryo nachweisen zu können. Wie wir sehen werden, stehen die Resultate meiner Untersuchungen, soweit sie den Samen betreffen, in Uebereinstimmung mit denen von Clautriau und Molle. Bezüglich anderer Punkte dagegen stimmen meine Resultate mit denen, welche Molle in seiner vorläufigen Mitteilung für die Solanaceen im allgemeinen angiebt, nicht überein.

Bei den folgenden Untersuchungen habe ich zu meiner Orientierung zuerst alle Reaktionen mit sehr verdünnten Lösungen der reinen Alkaloide durchgemacht; dann habe ich die Reagentien sowohl an Quer- als auch an Längsschnitten verwendet. Im übrigen verfuhr ich hauptsächlich nach der von Errera, Maistriau und Clautriau(1887, Pg. 6) angegebenen Methode, indem ich ziemlich dicke Schnitte (mehrere Zellschichten) benutzte und diese in einen Tropfen des betreffenden Reagens hineinlegte. Gleichzeitig machte ich mir das zu Nutze, worauf Errera (1889, Pg. 74) aufmerksam gemacht hat, beachtete, dass die Eiweisstoffe mit den meisten der allgemeinen Alkaloidreagentien dieselben Reaktionen geben wie die Alkaloide, und benutzte deshalb die von ihm (l. c., Pg. 118) empfohlene Methode, die vorschreibt, Schnitte durch $^1/_4$ bis 24-stündiges Einlegen in Weinsäurealkohol (1 : 20) zuerst von eventuellem Alkaloid zu befreien und dann zu untersuchen, ob die Reaktionen noch dieselben sind wie vor der genannten Behandlung. Ist dies der Fall, so kann kein Alkaloid anwesend gewesen sein, wenn dagegen die Reaktion entweder nicht mehr

[1]) Siehe im Uebrigen Apothekerzeitung (1900 No. 2 Pg. 13 und 14), wo Herr Prof. Schmidt die mir gemachten Angaben nochmals ausführlicher, nachträglich veröffentlicht hat.

zu Stande kommt oder offenbar weniger intensiv geworden ist, ist Alkaloid sicher in dem betreffenden Objekt vorhanden gewesen. Ist nach der obigen Behandlung eine Abnahme der Intensität der Reaktion nicht direkt am Schnitte sicher festzustellen, so steht einem immer noch der alkoholische, die Alkaloide enthaltende Auszug zur weiteren chemischen Untersuchung zur Verfügung. Ueberall habe ich, wenn auch nicht immer ausdrücklich hervorgehoben, die oben beschriebene Gegenprobe angestellt.

Meine Untersuchungen bezüglich der Samen möchte ich hier im Anschluss an diejenigen von Barth mitteilen. Ich schicke deshalb an dieser Stelle ein kurzes Referat seiner Untersuchungen voraus, welche mit unreifen Samen von Atropa Belladonna, Datura Stramonium und Hyoscyamus niger angestellt wurden, und verweise im übrigen auf die Orginalarbeit. Barth giebt an, mit folgenden Reagentien guten Erfolg gehabt zu haben, und zwar beziehen sich die Reaktionen auf alle drei oben genannten Samenspecies: I. Jodjodkaliumlösung (1—1—100) giebt in der Nährschicht (die Zellen des Integuments mit Ausnahme der äusseren Epidermis) eine starke braune Fällung, im Endosperm und Embryo eine schwach braune Färbung. In Schnitten, welche nach der Methode Erreras (1889, Pg. 118) mit Weinsäure-Alkohol behandelt waren, war die Braunfärbung bedeutend schwächer und in der Nährschicht trat keine Fällung mehr auf. II. Kaliumwismutjodid [nach Kraut (1881, Pg. 310) oder nach Dragendorff (1888) zubereitet] verhält sich analog. III. Kaliumquecksilberjodid ($HgCl_2$ 13,546 KJ 49 H_2O 1000) giebt nach Auswaschen der Schnitte und darauf folgender Zufügung von H_2S-Wasser (nach Gerock und Skippari 1892, Pg. 559) in der Nährschicht eine schwarze Fällung (Schwefelquecksilber), und im Endosperm und Embryo eine dunkle Färbung (Schwefelquecksilber). Nach der Behandlung mit Weinsäure-Alkohol treten die genannten Reaktionen nicht auf. IV. Kaliumquecksilberjodid giebt nach Auswaschen der Schnitte und Zusatz von H_2SO_4 (2 : 1) rothe Krystalle von Quecksilberbijodat, welche meistens nicht in, sondern über den Zellen auftreten, in welchen die Alkaloide zuerst mit Kaliumquecksilberjodid gefällt wurden. Die Krystalle sind sowohl über der Nährschicht als auch über dem Endosperm und dem Embryo zu finden. In mit Weinsäure-Alkohol behandelten Schnitten findet die Reaktion nicht statt. V. Goldchloridchlornatrium (1 : 20) ruft in der Nährschicht eine sehr starke Fällung hervor, während dieselbe im Endosperm und Embryo kaum zu erkennen ist. VI. Nach Behandlung mit Goldchloridchlornatrium (1 : 20), 24 stündigem Auswaschen der Schnitte und nun erfolgendem Zusatz von H_2S-Wasser wurde die Nährschicht sofort schwarz (Schwefelgold), das Endosperm und der Embryo dunkelbraun (Schwefelgold). VII. Goldchloridchlornatrium (1 : 20), Auswaschen wie oben und Zusatz von Ferrosulfatlösung erzeugte in der Nährschicht sofort, allmählich aber auch im Endosperm und dem Embryo Schwärzung (metallisches Gold); die Epidermis färbte sich schwach rötlich-violett. VIII. Brom in conc. wässeriger Lösung erzeugt nach einer halben Stunde in der Nährschicht einzelne kleine Krystalle nebst gelben amorphen Klumpen. IX. benutzte Barth Joddämpfe, deren Anwendung er Pg. 266 folgendermassen beschreibt: „Jod verwendete ich in Substanz, indem ich einige Gram festes Jod auf den Boden eines kleinen Exsiccators brachte, darauf eine einige Centimeter hohe Schicht Sand schüttete, um das allzu rasche Verdunsten des Jodes zu verhüten. In dem oberen Teil des Exsiccators legte ich auf den Objektträger die Schnitte. Nach 3 bis 24 Stunden nahm ich den Objektträger heraus, fügte zu den Schnitten weisses Paraffinöl und betrachtete sie unter dem Mikroskope.“ Es zeigte sich, dass die Dämpfe in der Nährschicht eine dunkelbraune Fällung hervorbrachten. Endosperm und Embryo färbten sich nur braun, ohne einen Niederschlag erkennen zu lassen. Krystalle waren nicht bemerkbar.

Nach diesen Reaktionen schliesst Verfasser, dass sich bei den genannten Solanaceen die Hauptmenge der Alkaloide in der Nährschicht befindet, dass aber Endosperm und Embryo vielleicht Spuren von solchen enthalten und dass die Epidermis in jedem Falle alkaloidfrei ist.

Mit der Kontrolle dieser Resultate möchte ich mich aus verschiedenen naheliegenden Gründen etwas eingehender beschäftigen. Teils weil sie, wie schon gesagt, mit denjenigen anderer Forscher

(Clautriau, Molle) nicht übereinstimmen, teils weil sie sich auch auf die von mir zu untersuchenden Sem. Hyoscyami beziehen. Ausserdem hat Verfasser einige neue Reagentien und Untersuchungsmethoden (die oben mit IV, VI, VII, IX bezeichneten) in Anwendung gebracht, welche ich hier ebenfalls etwas näher berücksichtigen möchte. Ich habe mich deshalb auch nicht allein auf die Untersuchung von Sem. Hyoscyami beschränkt, sondern zur genaueren Kontrolle Sem. Stramonii mituntersucht, und zwar letztere sowohl makro- wie mikrochemisch, weil sie ein sehr zweckmässiges, grosses Object darbieten. Wie Barth benutzte ich noch nicht ganz reife Samen, von Hyoscyamus ausserdem aber völlig reife, trockene, der Droge entsprechende. Ich füge noch hinzu, dass ich im Folgenden unter Nährschicht die ganze zwischen der Epidermis und dem Endosperm liegende Zellschicht verstehe, welche bei der Samenreife mehr oder weniger obliteriert erscheint.

Mit den reinen Alkaloiden, Hyoscyamin, Scopolamin und Daturin-Atropin in schwach salzsaurer 0,5 proz. Lösung erhielt ich mit den verschiedenen, nachstehend aufgezählten Reagentien folgende Reaktionen: I. Jodjodkalium (1—1—100). Mit Hyoscyamin und Daturin einen sofort krystallinischen, doppelbrechenden Niederschlag, löslich in unterschwefligsaurem Natron; mit Scopolamin eine bräunliche, aus oelartigen Tropfen bestehende Füllung. II Kaliumwismuthjodid, nach der Vorschrift von Kraut (1881, Pg. 310) folgendermassen zubereitet: 80 gr. Bismuth. subnitric. löst man in 200 ccm Acid. nitric. sp. G, 1,18 und giesst diese Lösung unter Umschütteln in eine konzentrierte Lösung von 272 gr. Jodkalium in Wasser. Nach dem Auskrystallisieren des Salpeters und Beseitigung der Krystalle verdünnt man die Flüssigkeit auf 1 Liter. Mit Hyoscyamin und Daturin eine gelbrote, amorphe Fällung, unlöslich in Chloralhydratlösung; mit Scopolamin eine gelbrote Fällung, aus spitzen, zu sternförmigen Aggregaten vereinigten doppelbrechenden Krystallen bestehend, unlöslich in Chloralhydratlösung. III. Kaliumquecksilberjodid ($HgCl_2$ 13,54 KJ 49 H_2O 1000). Mit Hyoscyamin, Scopolamin und Daturin einen weissen, sofort krystallinischen, doppelbrechenden Niederschlag. IV. Goldchloridchlornatrium (1—20). Mit Hyoscyamin und Daturin eine weissgelbe, ölartige Ausscheidung, die bald krystallinische, doppelbrechende Blättchen bildet; mit Scopolamin einen sofort krystallinischen, doppelbrechenden, gelbroten Niederschlag. V. Bromwasser (gesättigt). Mit Hyoscyamin, Scopolamin und Daturin sofort eine krystallinische, doppelbrechende Ausscheidung. Die Empfindlichkeit hört mit einer Verdünnung der Alkaloidlösung 1—30 000 auf. VI. Bromkaliumlösung (20 proz.) mit Brom gesättigt. Mit Hyoscyamin und Daturin sofort eine sehr intensive, krystallinische, doppelbrechende Fällung; mit Scopolamin zuerst eine rotgelbe, ölartige Ausscheidung, die jedoch bald krystallinisch wird. Dieses Reagens, welches hier zum ersten Male zur Anwendung gelangt, ist ausserordentlich empfindlich. Die Reaktion ist bei einer Verdünnung der Alkaloidlösung 1—60 000 noch sehr scharf, und bei einer Verdünnung 1—100 000 sind unter dem Polarisationsmikroscope noch deutlich die Kryställchen zu erkennen. VII. Pikrinsäure (gesättigte, wässerige Lösung). Mit Hyoscyamin eine ölartige Ausscheidung, die bald krystallinisch, doppelbrechend wird und aus spitzen, zu Aggregaten vereinigten Kryställchen besteht; mit Scopolamin nur eine ölartige Ausscheidung, die sich nachträglich nicht verändert; mit Daturin sofort einen krystallinischen Niederschlag. VIII. Phosphorwolfram- und Phosphormolybdänsäure (10 proz.). Mit Hyoscyamin, Scopolamin und Daturin einen weissen, amorphen Niederschlag. Nur verhältnissmässig wenige der hier aufgeführten Reagentien eignen sich jedoch, wie wir unten sehen werden, für den mikrochemischen Nachweis und die Bestimmung des Ortes, an dem in den Geweben die hier in Betracht kommenden Alkaloide sich vorfinden.

Wie erwähnt, wurden die Sem. Stramonii zunächst einer makrochemischen Untersuchung unterworfen und zwar in folgender Weise: Die Epidermis mit der Nährschicht trennte ich leicht mit Hülfe eines Scalpels vom Endosperm; die beiden erstgenannten Partien wurden mit Essigsäure ausgezogen, die Säure nachher abgedampft und ein Tropfen Wasser hinzugesetzt. Dieser Auszug gab mit den allgemeinen Alkaloidreagentien eine sehr intensive Reaktion. Von den anderen Partien des Samens wurden aus

der Mitte kleine Würfel ausgeschnitten, so dass nur Teile des Endosperms und des Embryo's zur Untersuchung gelangten. Die Würfel von fünf in dieser Weise behandelten Samen wurden ebenfalls der obigen Behandlung unterworfen, gaben aber gar keine Reaktion. Ich untersuchte ferner die Epidermis für sich allein, nachdem ich mich durch das Mikroscop überzeugt hatte, es nur mit dieser einen Zellreihe zu thun zu haben. Auch sie gab aber keine Alkaloidreaktion. Nach diesen Ergebnissen war es also so gut wie festgestellt, dass nur die Nährschicht der Sitz der Alkaloide sein konnte. Die mikrochemische Untersuchung bestätigte dies völlig.

Diese letztere bezog sich sowohl auf Sem. Stramonii als auch auf Sem. Hyoscyami. Die Einwirkung der verschiedenen Agentien war die folgende: I. Jodjodkalium (1—1—100) gab überall in der Nährschicht eine sehr starke körnige Fällung, die sich unter dem Polarisationsmikroscope als sehr schwach doppelbrechend erwies. Endosperm und Embryo wurden selbstverständlich gelb gefärbt, was aber mit Alkaloidreaktion durchaus nichts zu thun hat, entgegen der Ansicht Barth's (Pg. 328), der angiebt, die Färbung sei in den zuerst mit Weinsäurealkohol behandelten Schnitten eine viel geringere. Ich fand übrigens, dass eine Jodjodkaliumlösung (1—1—200) ebenso gute Reaktionen gab und ausserdem die Zellmembranen und den Zellinhalt sehr viel weniger färbte, was ja nur von Vorteil sein kann. Wenn die Nährschicht schon ganz obliteriert war, trat die körnige Fällung viel besser hervor, wenn man nach dem Zusatz des Reagens den Schnitt mit Chloralhydratlösung aufhellte. II. Kaliumwismuthjodid (Kraut) soll sich nach Barth analog verhalten wie Jodjodkaliumlösung. Ich habe mit diesem Reagens nur dann zuverlässige Resultate erreichen können, wenn ich die frisch bereitete Lösung, unter Zusatz einer Spur Jodkalium, mit der 6- bis 7-fachen Menge Wassers verdünnte; unverdünnt färbt es nämlich Zellinhalt und Zellwände viel zu intensiv und trübt das ganze Bild. Ich fand nur in der Nährschicht einen gelbroten Niederschlag, welchen man nötigenfalls durch Zusatz von Chloralhydratlösung deutlicher sichtbar machen kann. Bezüglich der Färbung von Endosperm und Embryo verweise ich auf das oben bei Jod-Jodkalium Gesagte. III. Kaliumquecksilberjodid giebt über die ganze Schnittfläche hin eine graue Trübung. Nach Auswaschen und Behandlung mit H_2S-Wasser (nach Gerock und Skippari 1892, Pg. 559) wird die Nährschicht, das Endosperm und der Embryo etwas dunkler gefärbt; die Farbe ist jedoch eine sehr wenig charakteristische. Wie die makrochemische Analyse bei Datura Stramonium zeigt, kann man nach dieser Färbung des Endosperms und Embryos nicht auf die Gegenwart von Alkaloiden in diesen Geweben schliessen, wie es Barth (Pg. 328) wahrscheinlich thut, indem er sagt, es sei in mit Weinsäurealkohol behandelten Schnitten eine Reaktion mit Kaliumquecksilberjodid oder diesem Reagens und H_2S-Wasser nicht zu konstatieren. Viel eher scheint es mir, als ob Kaliumquecksilberjodid im Stande ist, auch mit anderen Inhaltsstoffen der Zellen als blos mit Alkaloiden einen Niederschlag zu erzeugen, und dass diese Stoffe dann solche sind, die sich mit Weinsäurealkohol ausziehen lassen. IV. Kaliumquecksilberjodid, mit Zusatz von Schwefelsäure (2 : 1) (nach den Angaben Barth's, Pg. 262) erzeugt, nachdem der Ueberschuss vom erstgenannten Reagens ausgewaschen ist, schöne rote Krystalle, die aber leider meist ausserhalb der Zellen zu finden sind und sowohl in der Nährschicht als auch im Endosperm, Embryo und in der Epidermis auftreten. Barth sagt (Pg. 262), dass die Krystalle meistens nicht in, sondern über denjenigen Zellen auftreten, in welchen die Alkaloide zuerst mit Kaliumquecksilberjodid gefällt wurden. Er will also damit gesagt haben, dass auch Endosperm und Embryo Alkaloid enthalten. Ich verweise hier bezüglich Sem. Stramonii wieder auf die makrochemische Untersuchung und ausserdem auf die Reaktionen mit Jodjodkalium und Kaliumwismuthjodid, aus denen folgt, dass die obengenannten Krystalle sich nicht nur an der Stelle bilden, wo der ursprüngliche Sitz der Alkaloide ist, sondern ganz regellos überall. H. Barth giebt ferner an, dass sie am zahlreichsten über der Nährschicht auftreten. Dies habe ich erstens nicht bestätigt gefunden und zweitens muss doch ein Alkaloidreagens, welches die Eigenschaft zeigt, erst ausserhalb der Zelle zur Wirkung zu gelangen, schon von vornherein dort als ziemlich un-

brauchbar angesehen werden, wo es sich um Bestimmung des Sitzes der Alkaloide handelt. V. Goldchloridchlornatrium (1 : 20) bringt eine Gelbfärbung in der Nährschicht im Endosperm und im Embryo hervor; dagegen habe ich einen Niederschlag kaum wahrnehmen können. Ich versuchte sowohl hier, wie bei den nächstfolgenden zwei Methoden, das Goldchloridchlornatrium längere oder kürzere Zeit, im Ueberschuss oder auch nur tropfenweise auf das Objekt einwirken zu lassen. Das Resultat blieb aber in allen Fällen, wie oben gesagt, ziemlich negativ, so dass das Reagens überhaupt nicht günstig für den Nachweis der Solanaceen-Alkaloide in den Geweben zu sein scheint, obgleich es mit den reinen isolierten Alkaloiden eine sehr schöne Fällung giebt. VI., VII. Goldchloridchlornatriumlösung (1 : 20), demnächst 24-stündiges Auswaschen der Schnitte und dann entweder H_2S-Wasser oder Ferrosulfatlösung hinzugefügt, um das Gold als Schwefelgold bezw. metallisches Gold auszufällen. Barth (Pg. 265) hat zuerst diese Combinationen in Anwendung gebracht und giebt an (Pg. 329), hiermit eine Schwarzfärbung der Nährschicht und eine Braun- bezw. Schwarzfärbung des Endosperms und Embryo's erzeugt zu haben. Mit Goldchloridchlornatrium allein hat er indessen im Endosperm und Embryo, wie er selber sagt, kaum eine Fällung erkennen können und schliesst trotzdem nach den oben erwähnten Färbungen auf Alkaloidgehalt auch in letztgenannten Geweben; allerdings sagt er nur, es finde sich „vielleicht" eine Spur darin. Wenn aber diese Methoden überhaupt zuverlässig wären, müssten Endosperm und Embryo nicht nur Spuren, sondern der Färbung nach, sogar ganz beträchtliche Mengen von Alkaloid enthalten. Durch meine Untersuchungen bin ich der Ansicht geworden, dass das, was Barth hier nachgewiesen hat, viel eher an andere Stoffe mehr oder weniger fest gebundenes Goldchloridchlornatrium gewesen ist und, dass also der nicht an Alkaloid gebundene Teil dieses Reagens nicht so einfach durch Auswaschen zu beseitigen ist. Hierauf deutet auch die Angabe Barth's hin, dass sogar die Epidermis rötlich-violett gefärbt wurde. Ferner fand ich, dass die Schnitte jedenfalls vor dem Lichte geschützt auszuwaschen sind, um eine Reduktion so weit wie möglich zu vermeiden. Trotz dieser Vorsichtsmassregel tritt eine solche allmählig teilweise ein, und zwar am stärksten im Endosperm und Embryo. Wenn man jetzt, nach Verlauf der vorgeschriebenen 24 Stunden, H_2S-Wasser oder Ferrosulfatlösung zusetzt, erhält man allerdings einen dunklen Niederschlag, aber aus der nun vorhandenen Färbung kann man schon deshalb keinen Schluss ziehen, weil man nicht weiss, wie viel von dieser Färbung auf Rechnung des vom Lichte reduzierten Goldes und auf Rechnung des aus unausgewaschenem Goldchloridchlornatrium entstandenen Schwefelgoldes bezw. metallischen Goldes zu setzen ist. Zur Anwendung bei Sem. Stramonii und Sem. Hyoscyami kann ich deshalb diese beiden Methoden nicht empfehlen. VIII. Brom in concentrierter oder noch besserer gesättigter Lösung giebt in der Nährschicht kleine Kryställchen, die jedoch sehr wenig stabil sind, sich leicht entfärben und dann in Lösung gehen. Man kann die Kryställchen einige Zeit erhalten, wenn man das Deckgläschen mit einem Wachsrand umgiebt. IX. Joddämpfe, nach der schon beschriebenen Methode von Barth angewendet, haben auch bei meinen Versuchen ganz gute Resultate gegeben. In der Nährschicht bekam ich einen dunkelbraunen Niederschlag. X. Bromkaliumlösung (20 proz.) mit Brom gesättigt. Dieses Reagens, welches meines Wissens früher nicht versucht worden ist, ist von ausserordentlicher Empfindlichkeit den Hyocyamus- und Datura Stramonium-Alkaloiden gegenüber. So z. B. übersteigt die Empfindlichkeit diejenige gesättigten Bromwassers um das drei- bis vierfache, und es lassen sich, wie schon erwähnt, die reinen Alkaloide in einer Verdünnung 1 : 100000 mit Leichtigkeit nachweisen, und zwar in Form schön ausgebildeter Krystalle. Auch innerhalb der Zellen werden die Alkaloide krystallinisch ausgefällt, und zwar am schönsten, wenn man das Deckgläschen mit einem Wachsrand umgiebt. Das Brom ist nämlich in den Krystallen nicht besonders fest gebunden und entweicht ziemlich leicht, wodurch diese in Lösung gehen. In Zellen, in die das Reagens erst nach und nach eindringen kann, entstehen die Krystalle selbstredend erst nach einiger Zeit, sind aber dann auch von ganz beträchtlicher Grösse. Bei gekreuzten Nicols waren sie in allen Fällen intensiv doppelbrechend und deshalb in den Geweben sehr

leicht aufzufinden. Aus allen diesen Gründen ist das Reagens bei mikrochemischen Untersuchungen auf Hyoscyamin, Scopolamin und Atropin sehr zu empfehlen. Ich habe bei diesen Untersuchungen die Krystalle nur in der Nährschicht bekommen, und zwar innerhalb der Zellen so gut wie überall. Ich kann mich deshalb M. Elfstrand nicht anschliessen, wenn er in seiner Arbeit (1895, Pg. 121) sagt: „Erstens habe ich niemals mit irgend einem Fällungsreagens eine krystallinische Fällung in einer Zelle erhalten, wenn auch die auf makrochemischem Wege erhaltene Fällung in der Regel krystallinisch ist. Dies gilt sicher für die meisten Alkaloide. Nur ein so äusserst leicht krystallisierendes Alkaloid wie Berberin dürfte eine Ausnahme von dieser Regel bilden." XI. Pikrinsäure (gesättigte, wässerige Lösung) giebt in den Geweben keine Reaktion; wahrscheinlich ist die Empfindlichkeit des Reagens zu schwach; es erzeugt mit den reinen Alkaloiden nur noch einen Niederschlag bis zu einer Verdünnung von etwa 1 : 300. XII. Phosphormolybdän- und Phosphorwolframsäure (10-proz. wässrg. Lösung) trüben das ganze Bild, und weil ferner die Farbe und das sonstige Aussehen des weissgrauen Niederschlags so wenig charakteristisch ist, lässt sich mit diesen beiden Reagentien die Lagerung der Alkaloide nicht bestimmen.

Wie ersichtlich, habe ich also nur mit den unter I, II, VIII, IX, X aufgeführten Reagentien guten Erfolg gehabt, und nur sie scheinen sich also für die hier in Betracht kommenden Alkaloide zu eignen. Bei allen folgenden Untersuchungen habe ich ebenfalls nur mit den genannten Reagentien ein gutes Resultat erhalten. Man sieht ferner, dass ich, in Uebereinstimmung mit anderen Autoren (Clautriau, Molle), das Alkaloid bei Sem. Stramonii und Sem. Hyoscyami ausschliesslich in der Zellschicht zwischen der Epidermis und dem Endosperm gefunden habe. Zu demselben Resultat ist Clautriau bezüglich der Samen von Atropa Belladonna gelangt.

Betrachtet man ganz junge, noch nicht fertig entwickelte Samen, die jedoch schon ein ganz bedeutendes Endosperm besitzen, so findet man das Alkaloid im Integument, auch in dessen Epidermis und in den Nucelluszellen ausserhalb des Embryosacks. Wie gezeigt, verschwindet also bei der weiteren Entwicklung des Samens das Alkaloid völlig aus der Epidermis.

Bei den Samenknospen findet man das Alkaloid nur in der äusseren Epidermis des Integuments und in der innersten an den Embryosack angrenzenden Zellreihe.

Es nimmt also im Laufe der Entwickelung des Samens zunächst die Menge der alkaloidführenden Zellen zu, um bei der Reife wieder etwas abzunehmen.

C. Lagerung der Alkaloide im Fruchtknoten.

Sehr viel Alkaloid fand ich in den beiden Epidermen der Fruchtknotenwand, sonst aber auch Alkaloid überall in dem dazwischen liegenden Gewebe, sowie in den Placenten.

D. Lagerung der Alkaloide im Perianth.

Das Kelchblatt enthält Alkaloid in den Parenchymzellen, welche in der Nähe der Siebstränge liegen. Dagegen erhielt ich, im Gegensatz zu P. Molle (1895, Pg. 12), weder beim Kelchblatt noch beim Kronenblatt einen Alkaloidniederschlag in der Epidermis. Auf einem Querschnitte durch die Kronenröhre lassen sich die Alkaloide sehr leicht nachweisen, und zwar in dem Parenchym, welches um die Gefässe herum liegt.

E. Lagerung der Alkaloide im Laubblatte.

Bei älteren, völlig ausgewachsenen Blättern erhält man Alkaloidniederschläge in den Bündelstrahlen der Leitbündel, im Siebstrangparenchym und oft, jedoch nicht immer, in den in der Nähe der Siebstränge liegenden Parenchymzellen. In den Siebröhren und in den Geleitzellen habe ich Alkaloid nicht nachweisen können. In ganz jungen Blättern scheint der Alkaloidgehalt relativ grösser zu sein als in älteren, denn man findet hier das Alkaloid, ausser in den oben genannten Gewebepartien, fast

überall im Mesophyll verbreitet. In keinem Falle habe ich wie P. Molle (1895, Pg. 12) einen Alkaloidniederschlag in der Epidermis des Laubblattes wahrgenommen.

F. Lagerung der Alkaloide in der secundär verdickten Achse.

In der Epidermis erhielt ich in einzelnen Zellen mit Jodjodkalium eine sehr schwache, nur auf eine Spur von Alkaloid deutende Reaktion. Unter Anwendung meiner Methode (Bromkaliumlösung, mit Brom gesättigt) traten grosse, wohl ausgebildete Krystalle auf, jedoch nur ziemlich vereinzelt. Deswegen, und weil man ziemlich dicke Schnitte benutzen muss, thut man am besten, die stark doppelbrechenden Krystalle mit dem Polarisationsmikroscop aufzusuchen. In der primären Rinde enthalten einige Parenchymzellen ganz beträchtliche Mengen von Alkaloid, andere weniger oder gar nichts; überhaupt ist es hier ganz unregelmässig verteilt. In den Rindensträngen befindet sich das Alkaloid unregelmässig verteilt im Parenchym; am meisten enthalten die den eigentlichen Siebelementen zunächst liegenden Zellen. Bei den inneren, an das Mark grenzenden Siebsträngen ist die Verteilung dieselbe. In den Siebröhren und den Geleitzellen selber war kein Alkaloidniederschlag wahr zu nehmen. In den Markstrahlen von Rinde und Holz traten in den meisten Zellen starke Alkaloidniederschläge auf. Das Mark enthält sehr reichliche Alkaloidmengen, jedoch in unregelmässiger Verteilung. Es scheint, als ob die Alkaloide mit dem Abstand von den Siebsträngen an Menge abnehmen. Aus dem hier Gesagten sieht man, dass ich mit P. Molle nicht in Uebereinstimmung bin, wenn er (1895, Pg. 11) sagt: „La differenciation des tissus de la tige est accompagnée de la localisation de l'alcaloide suivant trois surfaces concentriques dont la plus exterieure comprend l'épiderme et les deux autres constituent une double gaîne qui limite de part et d'autre l'anneau fibrovasculaire. Cette localisation toutefois n'est pas absolue et l'on passe souvent par une transitition insensible des régions où l'alcaloide est accumulé à celles qui en sont totalement dépourvues."

G. Lagerung der Alkaloide in der secundär verdickten Wurzel.

In der Korkschicht befinden sich nur äussert geringe Alkaloidmengen, etwas mehr treffen wir in den Phellodermzellen, die Hauptmenge jedoch im Phellogen, und zwar auf alle Zellen fast regelmässig verteilt. In diesen drei Geweben erhalten wir den am besten zu beobachtenden Niederschlag mit Kaliumwismuthjodid, weil wir bei der Anwendung dieses Reagens im Stande sind, die Zellen mittelst Chloralhydrat aufzuhellen, ohne den Niederschlag zu lösen. Ueberall in den Rindensträngen, mit Ausnahme der Siebröhren und der Geleitzellen, habe ich Alkaloidniederschläge in unregelmässiger Verteilung erhalten. Gegen die Peripherie zu scheinen die Alkaloide jedoch am reichlichsten aufzutreten. Wir erhalten hier leicht viele und schöne Krystalle mit Brom oder Bromkaliumlösung + Brom. In den Kambiumzellen war kein Alkaloid nachzuweisen. Die Markstrahlen der Rinde enthalten in regelmässiger Verteilung sehr viel, die des Holzes dagegen gar kein Alkaloid.

XIV. Das fette Oel des Hyoscyamus Samens.

Das Oel ist hauptsächlich von den vier Forschern Kirchhof, Brandes, Schwanert und Mjöen untersucht worden; sie gelangten jedoch, wie wir sehen werden, nicht zu ganz übereinstimmenden Resultaten.

Kirchhof (1816, Pg. 128 und 129) erhielt durch Auspressen der Samen 12 % eines grünlichgelben, etwas ranzig riechenden und schmeckenden Oels vom spez. Gew. 0,913. Beim Ausziehen mittelst Aether und absoluten Alkohols bekam er eine Oelmenge von 15 % (Pg. 133 und 143); das Oel trocknete an der Luft aus.

Nach Brandes (1821, Pg. 74) sollen Sem. Hyoscyami 19,6 % leicht und 4,6 % schwer in Weingeist lösliches fettes Oel enthalten. Er beschreibt (Pg. 43) letzteres als farbloses, ziemlich dünn-

flüssiges, geruchloses und milde schmeckendes, fettes Oel von 0,913 spez. Gew., welches sich noch nicht ganz in 60 Teilen kaltem, absolutem Weingeist, reichlich in Aether löst. Das in Alkohol leichtlösliche Oel war hellbläulichgrün, von etwas scharfem Geruch und Geschmack und in Aether leichtlöslich. Verfasser lässt es unentschieden, ob es ein trocknendes Oel ist, wie von Kirchhof behauptet wurde.

Schwanert (1894) untersuchte das mit siedendem Weingeist ausgezogene Oel, welches er folgendermassen beschreibt: Das Oel ist klar, schwach gelblichgrün gefärbt, neutral, geruchlos, schmeckt milde, indifferent, besitzt 0,9291 spez. Gew. bei 15°, löst sich bei gewöhnlicher Temperatur in 48,6 Teilen 94 proz., in 17 Teilen absolutem Alkohol, in noch weniger siedendem Alkohol und sehr leicht in Aether. Hauptsächlich besteht es aus Oleïn, enthält wenig Palmitin und Spuren färbender Stoffe. Das Oel enthält nicht wie dasjenige der Datura Stramonium-Samen Daturinsäure. Ferner ist Leinölsäure, welche in trocknenden Oelen vorkommt, nicht vorhanden. Allerdings wird Bilsensamenöl, wenn es auf einer Glasscheibe in dünner Schicht der Luft bei gewöhnlicher Temperatur, oder bei 40—50° ausgesetzt wird, allmählig zähe, giebt zuletzt eine leimähnliche, schneidbare Masse, wird aber nicht ganz hart. Es ist deshalb kein eigentlich trocknendes Oel, zumal es auch beim Einwirken von salpetriger Säure grösstenteils in festes, weisses Elaidin übergeht, das aus Leinsäureglycerid enthaltenden Oelen nicht entsteht. Als Jodzahl fand er nach den Methoden von Hübl und Gauntter 156,25 bezw. 64,48.

Mjöen (1896) hat zwei Oelproben verschiedener Provenienz untersucht. Die eine war von den Herren Dr. Weppen und Lüders in Blankenburg a. H. als Nebenprodukt bei der Extraktdarstellung gewonnen, die andere war von Herrn Geheimrat Prof. E. Schmidt in Marburg aus Hyoscyamus-Samen dargestellt. Die beiden Proben trockneten an der Luft ebenso rasch ein wie Leinöl. Beide waren ferner in Aether und Chloroform leicht löslich; bei gewöhnlicher Temperatur löste sich 1 Teil Oel in 56 Teilen absolutem Alkohol und in 200 Teilen 90% Alkohol. Das spez. Gew. war 0,939, Säurezahl = 7,9, Verseifungszahl = 170,8. Bei der Elaidinprobe blieb das Oel flüssig. Hehnersche Zahl = 94,7, Reichert-Meissl'sche Zahl = 0,99, Jodzahl = 138, Acetylzahl = 0, mithin waren weder Oxyfettsäuren noch Diglyceride zugegen. Beim Abkühlen wird das Oel allmählig dickflüssiger und scheidet bei + 1,5° C. Glyceride ab. Bei — 1° wird das Oel ganz fest. Bei der chemischen Untersuchung fand Mjöen das Oel aus einem Gemisch von Glyceriden der Oelsäure (die Hauptmenge), einer unbekannten ungesättigten Säure und ferner solchen der Palmitinsäure bestehend.

Das von Mjöen untersuchte Oel aus Blankenburg war wahrscheinlich durch Ausziehen mit ziemlich verdünntem Alkohol gewonnen. Herr Geheimrat Schmidt hat mir mitgeteilt, dass das Herrn Mjöen zur Disposition gestellte Oel durch Ausziehen der Samen mit etwa 90% Alkohol gewonnen war. Die drei von Schwanert und Mjöen untersuchten Oelproben waren also alle mittels Alkohol ausgezogen, trotzdem aber in höchst verschiedener Weise dargestellt, und man darf sich durchaus nicht wundern, wenn die Untersuchungen nur darin übereinstimmen, dass das Oel Olein und Palmitin enthält. Denn mit der Concentration und der Temperatur des angewendeten Alkohols variiert selbstredend der Auszug in demselben Grade wie die Löslichkeit der ölbildenden Säuren und deren Glyceride in Alkohol zu variieren vermag. Will man für die Untersuchung das Oel von Sem. Hyoscyami rationell darstellen, so dass das Produkt dieselbe Zusammensetzung besitzt, wie es in den Endosperm- und Embryozellen der Fall ist, so muss man entweder Extractionsmittel wie Schwefelkohlenstoff oder Petroleumaether verwenden, oder das Oel durch Auspressen der Samen gewinnen. Nur dann erhält man ein mit Recht mit dem Namen Ol. Hyoscyami zu belegendes Produkt. Schliesslich bemerke ich noch, dass ein mir zur Verfügung gestelltes Oel, welches angeblich durch Auspressen gewonnen ist, von gelblicher Farbe und in 55 Teilen absolutem Weingeist, ferner in Chloroform, Aether, Benzol, Petroleumäther, Schwefelkohlenstoff, Eisessig und Chloralhydratlösung (5 + 2 Wasser) löslich war. An der Luft trocknete es vollständig ein, und blieb bei der Elaidinprobe flüssig. Die Oelmenge beträgt nach Untersuchungen von Ransom (1891, Pg. 149) 18,8% vom spez. Gew. 0,935.

Litteratur-Verzeichnis.

Ambronn, H., Ueber die Entwicklungsgeschichte und die mechanischen Eigenschaften des Collenchyms; Pringsheim's Jahrb. Bd. XII, p. 473, 1879—81.

I. Archangeli, G., Sulla Polvere Cristallina E Sulle Druse D'Ossalato Calcico; Nuovo Giornale Botanico Italiano, vol. 23, p. 489, 1891.

II. Archangeli, G., Sull' Ossalato Calcico Crytocristallino; Nuovo Giornale Botanico Italiano, vol. 23, p. 367, 1891.

Barth, Hermann, Studien über den mikrochemischen Nachweis von Alkaloiden in pharmaceutisch verwendeten Drogen; Botan. Centralblatt, Bd. LXXV, No. 8—13, 1898.

de Bary, A., Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne, Leipzig 1877.

Beauvisage, Fasc. criblés enclavés dans le bois sec. de la Belladonne; Journal de bot. t. V, p. 161, 1891.

Beckurts, H., Ueber die Werthbestimmung von Drogen und daraus hergestellten Präparaten; Apoth. Zeitung Nr. 78, p. 750, 1894.

Brandes, Chemische Untersuchung des Bilsensamens; Trommsdorff: Neues Journal der Pharmacie. Bd. 5, p. 35, 1821.

Braun, A., Referat und Kritik der Inaug. Dissert. von Franz Huisgen: Untersuchung über die Entwicklung der Placenten; Verhandlg. des bot. Vereins der Provinz Brandenburg, Jahrg. XVI, p. 45 u. f., Berlin 1874.

Čelakovský, Ladislav. Vergleichende Darstellung der Placenten in den Fruchtknoten der Phanerogamen; Abhandlg. der kgl. böhmischen Ges. der Wissenschaften, VI. Folge, Bd. VIII, Prag 1877.

Clautriau, G., Localisation et signification des alcaloides dans quelques grains; Ann. de la société belge de microscopie t. 18, p. 35—54, 1894.

I. Dragendorff, Ueber die Variation des Alkaloidgehalts nach der Jahreszeit; Wiggers und Husemann's Jahresb. d. Pharmacognosie etc. p. 97, 1874.

II. Dragendorff, Die gerichtlich-chemische Ermittelung von Giften; Göttingen 1888.

I. Eichler, A. W., Zur Entwicklungsgeschichte des Blattes, mit besonderer Berücksichtigung der Nebenblattbildungen; Marburg 1861.

II. Eichler, A. W., Blüthendiagramme I; Leipzig 1875.

III. Eichler, A. W., Einige Bemerkungen über den Bau der Cruciferenblüte und das Dédoublement; Flora, p. 96, 1869.

Elfstrand, Mårten, Studier öfver Alkaloidernes Lokalisation företrädesvis inom Familjen Loganiaceae; Upsala 1895.

Elliot-Scott, G. F., Flora von Dumfriesshire; Dumfries 1896.

I. Errera, L., Maistriau, Clautriau, G., Premières recherches sur la localisation et la signification des alcaloides dans les plantes; Extrait du journal publié par la société royale des sciences médicales et naturelles de Bruxelles. 1887.

II. Errera, L., Sur la distinction michrochimique des alcaloides et des matières protéiques; mém. d. l. soc. belge de microscopie t. XIII. 2e fasc., 1889.

Fedde, Friedrich, Beiträge zur vergleichenden Anat. der Solanaceae; Dissertation Breslau, 1896.

Fischer, Hugo, Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pollenkörner; Dissert. Breslau, 1890.

Flahault, Recherches sur l'accroissement. terminal de la racine chez les Phanérogames; Ann. d. sc. nat. bot., sér. 6, t. VI, Paris 1878.

Fritzsche, Ueber den Pollen; Mém. présentés à l'académie imp. d. sciences d. St. Pétersbourg; t. III p. 649 Petersburg 1837.

Gerock u. Skippari, Ueber den Sitz der Alkaloide in Strychnossamen; Arch. d. Pharmacie. Bd. 230, p. 555, 1892.

I. Gerrard, A. W., The Alkaloidal Value of Annual and Biennial Henbanes; Pharmaceutical Journal and Transactions, p. 212, 1890.

II. Gerrard, A. W., Henbane Alkaloidal Value; Pharmaceutical Journal and Transactions, p. 148, 1891.

Godfrin, Recherches sur l'anatomie comparée des cotyledons et de l'albumen; Ann. d. sc. nat. bot. sér. 6. t. XIX, p. 5. Paris 1884.

I. Goebel, K., Ueber die Verzweigung dorsiventraler Sprosse; Arbeiten des bot. Instituts Würzburg. Bd. II. p. 353. Leipzig 1882.

II. Goebel, K., Ueber die dorsiventrale Inflorescenz der Boragineen; Flora Nr. 27, p. 419, 1880.

III. Goebel, K., Referat der Schumann'schen Untersuchungen über das Borragoid; Flora, p. 82, 1889.

Haberlandt, G., Physiologische Pflanzenanatomie, Leipzig 1896.

Halsted, D., Byron, Notes upon the stamens of Solanaceae; Botanical Gazette, vol. XV. p. 103, Crawfordsville (Indiana) 1890.

Hanausek, Ueber die Samenhautepidermis der Capsicum Arten; Ber. d. deutsch. bot. Ges., p. 329, 1888.

Hartwich, C., Ueber die Samenschale der Solanaceae; Vierteljahrschr. d. naturf. Ges. in Zürich, p. 366, 1896.

Hiller, G. H., Untersuchungen über die Epidermis der Blütenblätter; Pringsheim's Jahrb., Bd. XV, 1884.

Hoch, F. A., Vergleichende Untersuchungen über die Behaarung unserer Labiaten, Scrophularineen und Solaneen; Inaug. Dissert. Freiburg i. B. 1886.

Huisgen, Franz, Untersuchungen über die Entwicklung der Placenten; Inaug. Dissert. Bonn. 1873.

v. Höhnel, Ueber den Kork und verkorkte Gewebe überhaupt; Sitzungsber. d. kaiserl. Akademie d. Wissenschaften, Bd. LXXVI, p. 507, Wien 1878.

Kerner, Anton, Pflanzenleben. Bd. II, 1891.

Kirchhof, G. F., Botanisch-chemisch-pharmaceutische Abhandlung über den Samen des schwarzen Bilsenkrauts; Berlinisches Jahrbuch für die Pharmacie, p. 114, 1816.

Klebs, Georg, Beiträge zur Morphologie und Biologie der Keimung; Untersuchungen aus dem bot. Institut zu Tübingen, p. 536, Leipzig 1881—85.

Knuth, Paul, Handbuch der Blüthenbiologie. Bd. II$_2$, p. 133, Leipzig 1899.

Koschewnikow, D., Zur Anatomie der corollinischen Blütenhüllen; Schriften d. neurussisch. Ges. der Naturf. Bd. VIII. Heft I, Odessa 1882; Ref. Just's bot. Jahresb., 1885 I, p. 813.

Kraus, G., Ueber den Aufbau wickeliger Verzweigungen, besonders der Inflorescenzen; Bot. Zeitung, p. 119, 1871.

Kraut, K., Jodwismuthverbindungen organischer Basen; Liebig's Annalen der Chemie, Bd. 210, p. 310, 1881.

I. Ladenburg, A., Künstliche Alkaloide; Ber. d. deutsch. chem. Ges. I, 1880.

II. Ladenburg, A., Beziehungen zwischen Hyoscyamin und Atropin und Umwandlung des einen Alkaloids in das andere; Ber. d. deutsch. chem. Ges. VI, 1880.

III. Ladenburg, A., Die Alkaloide aus Belladonna, Datura, Hyoscyamus und Duboisia; Ber. d. deutsch. chem. Ges. VIII, 1880.

IV. Ladenburg, A., Ueber das Hyoscin; Ber. d. deutsch. chem. Ges. XIV, 1881.

Lohde, G., Ueber die Entwicklungsgeschichte und den Bau einiger Samenschalen; Inaug. Dissert., Leipzig 1874.

I. Lüdtke, Franz, Beiträge zur Kenntniss der Aleuronkörner; Pringsheim's Jahrb., Bd. XXI, 1890.

II. Lüdtke, Franz, Ueber die Beschaffenheit der Aleuronkörner einiger Samen; Ber. d. pharm. Ges., p. 53-59, 1891.

Marloth, Rudolf, Ueber mechanische Schutzmittel der Samen gegen schädliche Einflüsse von aussen; Englers Jahrb. IV, Heft III, p. 225—265, 1883.

Martinet, M. J., Organes de sécrétion des végétaux; Ann. d. sc. nat. bot. sér. 5. t. XIV. p. 91, Paris 1872.

Martius, Flora brasiliensis, vol. X, fasc. VI, 1846.

Meyer, Adolf, Anatomische Charakteristik officineller Blätter und Kräuter; Halle 1882.

I. Meyer, Arthur, Wissenschaftliche Drogenkunde I, II; Berlin 1892.

II. Meyer, Arthur, Erstes mikroscopisches Practicum; Jena 1898.

III. Meyer, Arthur und Schumann, K.: Berg und Schmidt's Atlas der officinellen Pflanzen, Bd. I, zweite Auflage; Leipzig 1893.

IV. Meyer, Arthur, Untersuchungen über die Stärkekörner, Jena 1895.

Mjöen, Alfred, Zur Kenntnis des fetten Oels aus dem Samen von Hyoscyamus niger; Arch. d. Pharmacie, p. 286, 1896.

Moeller, Jos., Lehrbuch der Pharmacognosie; Wien 1889.

Molle, Ph. La localisation des alcaloides dans les Solanacées; Extrait du bulletin de la société belge de microscopie t. XXI, 1895.

Müller, Hermann, Befruchtung der Blumen durch Insekten; p. 275—76, Leipzig 1873.

Payer, J. B., Traité d'organogénie comparée de la fleur; Paris 1857.

Petersen, O. G., Ueber das Auftreten bicollateraler Gefässbündel in verschiedenen Pflanzenfamilien, und über den Werth derselben für die Systematik; Engler's Jahrb., Bd. III, p. 359, 1882.

Petit, Louis, Le pétiole des Dicotylédones au point de vue de l'anatomie comparée et de la taxinomie; Mém. d. l. soc. d. sciences phys. et nat. de Bordeaux, sér. 3, t. III, 1887.

Pfeffer, Untersuchungen über die Proteinkörner und die Bedeutung des Asparagins beim Keimen der Samen; Pringsheim's Jahrb. Bd. VIII, p. 429, 1872.

Planchon, G. et Collin, E., Les drogues simples d'origine végétale; Paris 1895.

Prantl, K., Studien über Wachsthum, Verzweigung und Nervatur der Laubblätter, insbesondere der Dicotylen; Ber. d. deutsch. bot. Ges., p. 280, 1883.

Radlkofer, L. Ein Beitrag zur africanischen Flora; Abh. des naturw. Vereins zu Bremen, Bd. VIII, p. 369, 1884.

Ransom, F., Constituents of Henbane Seed; Pharmaceutical Journal and Transactions, p. 149, 1891.

Reichardt und Hoehn, Ueber Gewinnung und Zusammensetzung des Hyoscyamins; Ann. d. Chemie und Pharmacie Bd. 157, p. 98, 1871.

I. Sablon, Leclere du, Recherches sur la déhiscence des fruits à pericarpe sec; Ann. d. sc. nat. bot., sér. 6, t. XVIII, p. 6, Paris 1884.
II. Sablon, Leclere du, Recherches sur la structure et la déhiscence des anthères; Ann. d. sc. nat. bot., sér 7, t. I. p. 97, Paris 1885.
Schimper, A. F., Untersuchungen über die Proteinkrystalloide der Pflanzen; Dissert. Strassb. 1878.
Schlepegrell, G. von, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Tubifloren; Bot. Centralblatt, Bd. XLIX, No. 7, 1892.
I. Schmidt, E., Ueber Scopolia Alkaloide; Pharm Zeitg., p. 542, 1887.
II. Schmidt, E., Ueber Scopolamin (Hyoscin); Arch. d. Pharmacie, p. 207, 1892.
I. Schumann, K., Untersuchungen über das Borragoid; Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. VII, p. 53, 1889.
II. Schumann, K., Neue Untersuchungen über den Blütenanschluss; Leipzig 1890.
Schwanert, H., Oel der Samen von Bilsenkraut; Arch. d. Pharmacie, p. 130, 1894.
Schweissinger, O., Ueber den Alkaloidgehalt der narcotischen Pflanzen bei der Cultivierung; Jahresb. d. Pharmacognosie etc., p. 9, 1891.
Schwendener, S., Ueber d. Oeffnungsmechanismus der Antheren; Sitzungsber. d. kgl. preussisch. Akad. d. Wissenschaften, Berlin 1899.
Solereder, Hans, Systematische Anatomie der Dicotyledonen, Stuttgart 1898—99.
Sprengel, C. K., Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen; p. 124—125. Berlin 1793.
Squire, Hyoscyamus; Pharmaceutical Journal and Transactions, p. 312, 1890.
I. Steinbrinck, Carl, Untersuchungen über die anatomischen Ursachen des Aufspringens der Früchte; Inaug. Dissert., Bonn 1873.
II. Steinbrinck, Carl, Ist die Cohäsion des schwindenden Füllwassers der dynamischen Zellen die Ursache der Schrumpfungsbewegungen von Antherenklappen, Sporangien und Moosblättern? Ber. d. deutsch. bot. Ges., p. 97—103 incl., 1898.
III. Steinbrinck, Carl. Ueber den hygroscopischen Mechanismus von Staubbeuteln und Pflanzenhaaren; Sonderabdr. aus der Festschrift für Schwendener, Berlin.
Thorey, Ueber die Variation des Alkaloidgehalts nach der Jahreszeit; Jahresb. der Pharmacognosie etc., p. 55, 1869.
Tieghem, Ph. van, Recherches sur la disposition des radicelles et des bourgeons dans les racines des Phanérogames; Ann. d. sc. nat. bot., sér. 7, t. V, p. 130, Paris 1887.
Toni, J. B. de, und Paoletti, Julius, Beitrag zur Kenntnis des anatomischen Baues von Nicotiana Tabacum L.; Ber. d. deutsch. bot. Ges., Gen.-Vers. Heft, p. 42—50, 1891.
Tschirch und Oesterle, Anatomischer Atlas der Pharmacognosie und Nahrungsmittelkunde; Leipzig, 1895 u. 1900.
I. Vesque, Julien, Mémoire sur l'anatomie comparée de l'écorce; Ann. d. sc. nat. bot., sér. 6, t. I. II. Paris 1875.
II. Vesque, Julien, Caractères des principales familles des gamopétales tirés de l'anatomie de la feuille; Ann. d. sc. nat. bot., sér. 7. t. I, Paris 1885.
Vines, On the proteid substances contained in the seeds of plants; Journal of Physiology, vol. III, No. 2, 1880—82.
Vogel, Anatomischer Atlas, 1887.
I. Warming, E., Nogle Bemærkninger om Scopolia atropoïdes og andre Solaneer; Botanisk Tidsskrift, p. 39 u. f. Kopenhagen 1869.
II. Warming, E., Forgreningsforhold hos Fanerogamerne; Kopenhagen 1872.
Warnstorff, C., Blütenbiologische Beobachtungen aus der Ruppiner Flora im Jahre 1895; Verhandlung des bot. Vereins der Provinz Brandenburg, Jahrg. XXXVIII, p. 15, Berlin 1896
Weiss, A., Die Pflanzenhaare; Karsten's bot. Untersuchungen, Bd. I, p. 369, Berlin 1867.
Weiss, J. E., Das markständige Gefässbündelsystem einiger Dicotyledonen in seiner Beziehung zu den Blattspuren; Bot. Centralblatt, Bd. XV, p. 280, 1883.
Wisselingh, C. van, Interferentie-verschijnselen bij de Zaden van Hyoscyamus niger, Steenwijk 1892; abgedruckt in Nederlandsch Tijdschrift voor Pharmacie, Chemie en Toxicologie, p. 294, 1892.
I. Wydler, H., Morphologische Mitteilungen; Botan. Zeitung, p. 689, 1844.
II. Wydler, H., Fragmente zur Kenntniss der Verstäubungsfolge der Antheren; Flora, p. 241, 1851.
III. Wydler, H., Ueber die symmetrische Verzweigungsweise dichotomer Inflorescenzen; Flora, p. 394 u. f., 1851.
IV. Wydler, H., Ueber die Blatt- und Blütenstellung von Solanum nigrum und den verwandten Arten; Flora, p. 225, 1857.
V. Wydler, H., Kleinere Beiträge zur Kenntnis einheimischer Gewächse; Mitteil. d. naturf. Ges. in Bern, p. 1, 1861.
VI. Wydler, H., Morphologische Mitteilungen; Flora, p. 513, 1866.

Lebenslauf.

Ich, Johannes Siim-Jensen, wurde am 1. Mai 1870 zu Grenaa (Dänemark) geboren, als Sohn des dortigen Kaufmanns Peter Jensen und seiner Ehefrau Marie Elisabeth, geb. Siim, evangelischer Confession. Bis zum Jahre 1885 besuchte ich die Realschule zu Grenaa und verliess dieselbe mit dem Zeugnis des allgemeinen Vorbereitungsexamens (Almindelig Forberedelsexamen). Dann widmete ich mich der Apothekerlaufbahn und bestand das Staatsexamen (Pharmaceutisk Examen) im Januar 1892. Nach einjähriger praktischer Thätigkeit in der Apotheke bereitete ich mich privatim für das Maturum vor und erhielt das Zeugnis der Reife im Juni 1895. Ein Jahr später bestand ich die allgemeine philosophische Prüfung (Philosophikum) und begab mich dann zwecks weiterer pharmaceutischer Ausbildung nach Deutschland, wo ich am 5. November 1896 an der Universität Marburg immatrikuliert wurde und am 5. August 1899 das Examen rigorosum bestand.

Während meiner Studienzeit in Marburg hörte ich die Vorlesungen der Herren Professoren: Melde, Arthur Meyer und Ernst Schmidt, denen ich an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank ausspreche.